



Säteilyturvallisuus poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa

Opinnäytetyö

Sofia Karjalainen

Jenni Pakarinen

Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma

Hyväksytty ____.

SAVONIA- AMMATTIKORKEAKOULU

Terveysala, Kuopio

OPINNÄYTETYÖ

Tiivistelmä

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Koulutusohjelma: Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma | |
| Suuntautumisvaihtoehto: | |
| Työn tekijä(t): Karjalainen Sofia ja Pakarinen Jenni | |
| Työn nimi: Säteilyturvallisuus poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa | |
| Päiväys: 15.12.2009 | Sivumäärä / liitteet: 49/4 |
| Ohjaajat: Lehtori Leppäsaari Pirjo | |
| Työyksikkö / projekti: Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosasto | |
| <p>Tiivistelmä:</p> <p>Kehittämistyössä selvitettiin, miten kuvausjännitteen (kV) ja sähkömäärän (mAs) muuttaminen vaikuttivat kuvanlaatuun. Lisäksi tutkittiin millaisia pinta-annoksia (ESD) ja pinta-ala-annoksia saadaan fantomia kuvattaessa ja miten kehittämistyöstä saadut pinta-ala-annokset eroavat aiemmista pinta-ala-annoksista. Kehittämistyön tavoitteena olivat kuvanlaadun ja säteilyaltistuksen optimointi sekä sitä kautta radiografiatyön laadun parantaminen.</p> <p>Kehittämistyö toteutettiin projektiluontoisena opinnäytetyönä Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla. Tutkimusmenetelmänä oli fantomin kuvaaminen röntgenosastolla käytössä olevalla Lysholmin kallopyydällä. Tulokset kirjattiin tiedonkeruulomakkeelle. Kuvausjännitettä nostettiin ja sähkömäärää laskettiin. Pinta-ala-annokset saatiin DAP-mittarilla. Kehittämistyöstä saaduista kymmenestä kuvausarvoparista (kV ja mAs) valittiin kuvausarvopari, jolla kuvattaessa fantomin saama pinta-ala-annos pieneni kuvanlaadun pysyessä diagnostisena. Kehittämistyöstä saadulla kuvausarvoparilla ja alkuperäisellä kuvausarvoparilla kuvattiin 20 potilasta. Kuvia vertailtiin ja tuloksia arvioitiin yhdessä radiologin kanssa. Pinta-annokset laskettiin laskukaavalla pinta-ala-annoksesta.</p> <p>Kuvausjännitteen nostaminen paransi kuvanlaatua ja sähkömäärän laskeminen huononsi sitä. Pinta-annos alkuperäisestä pinta-ala-annoksesta laskettuna oli 0,85 mGy ja kehittämistyöstä saadusta pinta-ala-annoksesta laskettuna 0,76 mGy. Pinta-ala-annos alkuperäisillä arvoilla oli 268 mGy*/ cm² ja kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla 241 mGy*/ cm². Tuloksena löydettiin kuvausarvopari, jolla kuvattaessa potilaan saama pinta-ala-annos pieneni kuvan pysyessä diagnostisena. Tämä arvopari jäi röntgenosastolle käyttöön.</p> <p>Johtopäätöksenä on, että uudella kuvausarvoparilla päästiin diagnostisesti parempaan lopputulokseen. Jatkotutkimusaiheena on syytä pohtia, miten kuvausarvot soveltuvat esimerkiksi mahdolliseen uuteen laitteeseen ja millaisia säteilyannoksia potilaat siitä saavat.</p> | |
| Avainsanat: (1-5) pinta-annos (ESD), pinta-ala-annos (DAP), säteilyturvallisuus, kuvanlaatu, poskionteloiden natiiviröntgentutkimus | |
| Julkinen_x_ | Salainen____ |

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Health Professions, Kuopio

THESIS

Abstract

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Degree Programme: Degree Programme in Radiography and Radiotherapy | |
| Option: | |
| Authors: Karjalainen Sofia and Pakarinen Jenni | |
| Title of Thesis: Radiation safety of the sinus x-ray examination | |
| Date: 15.12.2009 | Pages / appendices: 49/4 |
| Supervisor: Senior lecturer Leppäsaari Pirjo | |
| Contact persons: X-ray Department of Varkaus hospital | |
| <p>Abstract:</p> <p>In the development work it was found out how changing of the voltage (kV) and the amount of electricity (mAs) affected the quality of the image. It was also examined what kind of Entrance Surface Dose (ESD), Dose Area Product (DAP) gets by imaging Phantom and how new dose area products differ from previous dose area products. The target of this development work was image quality and optimization of radiation exposure and improving quality of the radiography.</p> <p>The development work was carried out as a project on the x-ray department in the city of Varkaus social welfare and health sector. The development work was carried out by imaging Phantom on the Lysholm's skull table. Voltage was increased and the amount of electricity was reduced. Dose Area Product came from DAP-meter. One description of the value pair (kV and mAs), which was imaged with, patient's dose area product reduced and the image stayed diagnostic, ten descriptions of the value pairs were selected. 20 patient imagings with new description of the value pair and previous description of the value pair were imagined. The images were compared and the results were evaluated together with a radiologist. Entrance Surface Dose were calculated by the formula calculation of Dose Area Product.</p> <p>Increasing voltage will improve the image quality and reducing amount of electricity will degrade the image quality. The previous Entrance Surface Dose was 0,85 mGy and the new one was 0,76 mGy. The previous Dose Area Product was 268 mGy*/ cm² and the new one was 241 mGy*/ cm². As a research result it was found out that, imaging with a description of the value pair, patients dose area product reduced and image stayed diagnostic. This description of the value pair stayed in use on the x-ray department. Entrance surface dose and dose area product were reported in numeric form in the table.</p> <p>The conclusion is that with the new description of value pair we got better diagnostically result. Post-graduate research subject could be how description of values are suitable for a new machine and what kind of radiation dose patients get.</p> | |
| Keywords: (1-5) Entrance Surface Dose (ESD), Dose Area Product (DAP), radiation safety, image quality, native sinus X-rays research | |
| Public_x_ | Secure____ |

SISÄLTÖ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 KEHITTÄMISTYÖN TAUSTA JA TARKOITUS..... | 6 |
| 1.1 Kehittämistyön tausta ja lähtökohdat | 6 |
| 1.2 Kehittämistyön tavoitteet ja kehittämistehtävä | 7 |
| 1.3 Kehittämistyön kohderyhmä ja hyödynsaajat | 10 |
| 2 SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLINEN KÄYTTÖ | 11 |
| 3 POSKIONTELOIDEN NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSEN KUUTAMO- PROJEKTIO | 13 |
| 3.1 Natiiviröntgentutkimus..... | 13 |
| 3.2 Poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen projektiot | 14 |
| 3.3 Kuvanlaatu | 15 |
| 3.4 Optimointi poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa.. | 16 |
| 3.5 Vertailutasot | 19 |
| 4 POSKIONTELOIDEN NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSEN KUUTAMO- PROJEKTION SÄTEILYANNOKSEN MÄÄRITTÄMINEN..... | 20 |
| 4.1 Säteilyn määrää kuvaavat suureet | 21 |
| 4.2 Säteilyn terveyshaittaa kuvaavat suureet..... | 21 |
| 4.3 Säteilyannosta mittaavat suureet | 22 |
| 4.4 Säteilyannoksen määrittäminen..... | 23 |
| 4.5 Aikaisemmat tutkimukset..... | 24 |
| 5 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTTAMINEN | 25 |
| 5.1 Projektimenetelmä..... | 25 |
| 5.2 Projektin taustaselvitykset ja projektisuunnitelma | 26 |
| 5.3 Projektin toteutus..... | 28 |
| 5.4 Projektin tulokset ja johtopäätökset sekä jatkotutkimusaihe..... | 30 |
| 6 POHDINTA..... | 34 |
| 6.1 Mittausten luotettavuus ja eettisyys | 34 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.2 Opinnäytetyöprosessin arviointi..... | 35 |
| 6.3 Ammatillinen kehittyminen ja oma oppiminen..... | 36 |
| LÄHTEET..... | 38 |
| LIITTEET | |
| Liite 1. SWOT-analyysi hankkeen toteuttamisen riskien arvioimiseksi..... | 45 |
| Liite 2. Tutkimuslupa..... | 46 |
| Liite 3. ESD-laskut..... | 48 |
| Liite 4. Tietojenkeruulomake pinta-ala-annoksen määrittämiseen fantomin avulla poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa. | 49 |

1 KEHITTÄMISTYÖN TAUSTA JA TARKOITUS

1.1 Kehittämistyön tausta ja lähtökohdat

Kehittämistyön toimeksiantona oli poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamoprojektion kuvanlaadun ja säteilyturvallisuuden parantaminen Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla. Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla on käytössä 1960-luvun Lysholmin kallopöytä, jolla suoritetaan suurin osa poskiontelokuvauksista. (KUVA 1) Poskiontelokuvauksia tehdään röntgenosastolla vuosittain noin 700. Kuvauksen yleisin indikaatio on poskiontelon limakalvon tulehdus eli sinuiitti ja sen kontrollikuvaukset (Sosiaali- ja terveysministeriö 2007a). Poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen nykyiset kuvausarvot ovat 75 kV ja 16 mAs, joita muokataan siten, että potilaan saama säteilyaltistuksesta aiheutuva annos pienenesi kuvan laadun siitä kärsimättä.



KUVA 1. Lysholmin kallopöytä

Kehittämistyö toteutettiin fantomia kuvaamalla ja tutkimalla, miten kuvausjännitteen ja sähkömäärän muuttaminen vaikuttavat kuvan laatuun ja potilaan saamaan annokseen. Fantomia valittaessa on varmistuttava, että sen materiaali vastaa mahdollisimman hyvin kuvattavaa kohdetta eli potilasta. Fantomin paksuuden tulee vastata potilasta siten, että kuvattaessa tavanomaisilla asetuksilla mAs-arvo on mahdollisimman sama kuin potilas-

kuvauksissa keskimäärin. Potilasannos voidaan määrittää fantomin avulla myös käsiarvokuvauksessa. (Miettinen 2003.) Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla on käytössä Säteilyturvakeskuksen hyväksymä fantomi. Fantomi on kanisteri, joka on täytetty vedellä, jolloin se vastaa ihmisen pään fysiologisia ominaisuuksia. (KUVA 2) Kanisterin kylkeen on teipattu eri paksuisia metallisia levyjä, joiden avulla arvioidaan kuvanlaatua. (Kallinen 28.4.2009.)



KUVA 2. Testifantomi

1.2 Kehittämistyön tavoitteet ja kehittämistehtävä

Kehittämistyö oli projektiluontoinen säteilyannosten mittaus Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla. Kehittämistyön välittöminä tavoitteina (lyhyen ajan tavoitteet) olivat kuvan laadun ja säteilyaltistuksen optimointi poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa. Kehittämistyön kehitystavoitteena (pitkän ajan tavoitteina) oli radiografiatyön laadun parantaminen. Kehittämistyön laajempänä merkityksenä oli parantaa röntgenosaston henkilökunnan ja opinnäytetyöntekijöiden ammatillista tietämystä sekä osaamista. Yhteiskunnallisesti kehittämistyö oli merkittävä siten, että henkilökunnan tietämyksen ja osaamisen parannuttua tutkimukset ovat entistä turvallisempia potilaille.

Kehittämistyössä pyritään ratkaisemaan seuraavat käytännönongelmat:

1. Miten kuvausjännitteen ja sähkömäärän muuttaminen vaikuttaa kuvan laatuun?
2. Minkä suuruisia pinta-annoksia saadaan fantomia kuvatessa poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla alkuperäisillä arvoilla ja kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla?
3. Minkä suuruisia pinta-ala-annoksia saadaan fantomia kuvatessa poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla alkuperäisillä arvoilla ja kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla?
4. Miten uudet pinta-ala-annokset eroavat aiemmista pinta-ala-annoksista?

Säteilyannoksia selvittämällä voidaan kehittää tutkimuskäytäntöjä suuntaan, joka pienentää potilaan säteilyaltistusta ja siten pitää yllä säteilyturvallisuutta. Säteilyturvallisuuden toteutuminen vaatii kolmen säteilysuojelun periaatteen toteutumista ja näiden periaatteiden toteuttamiseksi on välttämätöntä tuntea tutkimuksesta potilaalle aiheutuvan annoksen suuruus. Nämä periaatteet käsitellään Säteilylaissa (1991) ja Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (2000). Säteilyn käyttö ja säteilyaltistusta aiheuttava toiminta on hyväksyttävää kun nämä periaatteet toteutuvat. Oikeutusperiaate edellyttää, että toiminnalla saavutettu hyöty on yksilölle sekä yhteiskunnalle suurempi kuin toiminnasta aiheutuva haitta. Yksilönsuojaperiaatteella tarkoitetaan sitä, että yksilön säteilyaltistus ei ylitä asetuksella vahvistettuja vertailuarvoja. Optimointiperiaate edellyttää, että toiminta on järjestetty niin, että siitä aiheutuva terveydellinen säteilyaltistus, altistumistapahtuman todennäköisyys, altistuvien henkilöiden lukumäärä ja heidän annostensa suuruus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista, ottaen huomioon taloudelliset ja yhteiskunnalliset tekijät. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 117; Säteilylaki 1991; Säteily-suojelun perussuosituks 2007.) Tässä työssä perehdytään tarkemmin optimointiin ja sen keinoihin.

Kuvauksen hyötyjä ja haittoja arvioidessa tulee samalla ottaa huomioon vaihtoehtoiset menetelmät. Lähettävä lääkäri on tehnyt potilaan oireiden perusteella päätöksen siitä, tarvitseeko potilas esimerkiksi poskionteloiden natiiviröntgentutkimusta (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000). Röntgentutkimukset suoritetaan ainoastaan lääkärin läheteellä ja hoitavan lääkärin on harkittava säteilylle altistavan tutkimuksen tarpeellisuutta. Läheteeseen hoitava lääkäri kirjaa potilaan keskeiset oireet sekä löydökset. Radiologi saa näin käsityksen kuvaushetkellä vallinneesta tilanteesta ja voi ottaa sen huomioon kuvan tulkinnassa. Hoitava lääkäri ilmoittaa läheteessään, mitä sairautta hän epäilee ja mitä hän kuvalla haluaa selvittää. Lopuksi lääkäri ilmoittaa halutun tutkimuksen. Näin potilasta kuvataan pyydetyistä paikoista pyydetyllä menetelmällä ja radiologi voi lausuntoa kirjoittaessaan vastata hoitavan lääkärin kysymykseen. (Kaukua & Mustajoki 2008a.)

Tutkimuksen suorittaja on vastuussa optimointi- ja oikeutusperiaatteen toteutumisesta. Näin ollen röntgenhoitajan tulee varmistaa, että hän kuvaa oikean potilaan ja indikaation (sairauden syy) mukaisen kuvausprojektion. (Säteilylaki 1991.) Säteilysuojelun periaatteisiin päästään valvomalla jatkuvasti potilaan säteilyannoksia, röntgenlaitteiden teknistä laatua, ja kouluttamalla säännöllisesti säteilynkäyttäjiä (Kuopion yliopistollinen sairaala 2007b). Potilasannoksia voidaan seurata annossuureiden avulla, joita ovat mm. pinta-annos, pinta-ala-annos, efektiivinen annos ja absorboitunut annos (Komppa 2004, 11).

Säteilyä käyttävillä työntekijöillä on oltava tehtävien edellyttämä koulutus ja pätevyys. Heillä tulee olla myös työtehtäviensä mukaiset, ajantasaiset tiedot ionisoivasta säteilystä ja sen vaikutuksista, säteilysuojelusta sekä voimassa olevasta säteilylainsäädännöstä ja muista säteilyn käyttöä koskevista määräyksistä ja ohjeista. (ST-ohje 1.7 2003; Travis 1997, 19; Säteilysuojelun perussuositukset 2007; Valtonen 2000.) Työntekijöiden teknisten osaamisvaatimusten lisäksi korostuvat vuorovaikutusvalmiudet, empaattisuus, ystävällisyys, vastuullisuus, huolenpito sekä ihmisen ongelmien kohtaamis- ja auttamisvalmius. Röntgenhoitajan työssä painottuvat työn teoreettinen hallinta, itsenäinen päätöksentekokyky, muutoksen hallintakyky, yhteistyökyky ja kehittyminen- ja kehittämiskyky sekä jatkuva itsensä ajan tasalla pitäminen. (Iivanainen, Jauhiainen & Pikkarainen 2001, 17-18; Valtonen 2000; Sorppanen 2006.)

Potilaan röntgentutkimuksessa saaman säteilyaltistuksen tunteminen on tärkeää myös siksi, että annosten seuraaminen saattaa paljastaa röntgenlaitteeseen tulleet vikoja. Annosten poikkeaminen runsaasti normaalista voi olla osoitus väärin toimivasta laitteesta tai säteilyaltistuksen kannalta huonosta tutkimustekniikasta. (Tapiovaara ym. 2004, 117.) Säteilylain (1991) 40§ edellyttää, että toiminnan harjoittaja on velvollinen toteuttamaan suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet sen varmistamiseksi, että säteilylähteet sekä niihin liittyvät laitteet ja välineet ovat kunnossa ja että niiden käyttöä koskevat ohjeet ja menettelyt ovat asianmukaiset. Laadunvarmistustoiminnot on määriteltävä kirjallisesti laadunvarmistusohjelmassa, jossa on muun muassa esitettävä röntgenlaitteiden toimintakunnon ja suoritusominaisuuksien valvontaan kuuluvat päätehtävät laitteittain. Laitteiden toiminta on tarkastettava määrävälein, merkittävän korjauksen tai huollon jälkeen ja toimintahäiriöitä tai -muutoksia epäiltäessä. (Säteilyturvakeskus 2008d, 10; Järvinen 2005, 86.) Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosaston vuosihuollon (määräaikaishuollon) yhteydessä Onemed (laitemarkkinoija/huoltaja) tekee laitteille laajemmat laatumittaukset. Viimeisin laatumittaus on tehty 7.-8.10.08. (Kallinen 23.5.2009.)

1.3 Kehittämistyön kohderyhmä ja hyödynsaajat

Varkauden kaupungin organisaatio koostuu kaupunginvaltuustosta, kaupunginhallituksesta ja kaupunginjohtajasta. Niiden alaisuudessa toimii sosiaali- ja terveystoimiala, jota hallinnoi oma sosiaali- ja terveysjohtaja. Diagnostiset palvelut ovat osa vastaanottopalveluita, jotka kuuluvat sosiaali- ja terveystoimialan alaisuuteen. (Varkauden kaupunki 2009c.) Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveyslautakunta huolehtii toimialansa lainsäädännöstä ja muissa säädöksissä määritellyistä sekä muista erikseen määrätyistä tehtävistä. Lisäksi lautakunnan tehtävänä on toimia kaupungin sosiaalisten olojen kehittämiseksi ja sosiaalisten epäkohtien poistamiseksi sekä terveyden edistämiseksi. (Varkauden kaupunki 2009a.)

Kehittämistyön hyödynsaajana ovat kaikki varkautelaiset ja sen lähikuntien asukkaat. Kehittämistyön kohderyhmä koostuu Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastosta ja sen henkilökunnasta, koska hankkeesta muodostuu kehitystyö heidän työnsä tueksi. Röntgenosaston henkilökuntaan kuuluu ylilääkäri (radiologi), osas-

tonhoitaja, apulaisosastonhoitaja ja kuusi röntgenhoitajaa. Lisäksi osastolla on potilaskuljettaja, osastosihteeri ja kehittäjä. (Kallinen 8.5.2009.) Varkauden sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosaston toiminta-ajatuksena on tuottaa laadukkaita ja korkeatasoisia radiologisia tutkimuksia seudun terveydenhuollon yksiköille. Röntgenosaston toiminnassa otetaan huomioon sidosryhmien tarpeet potilaiden terveydentilan ja -hoidon seurannassa. Tutkimusvalikoima koostuu ultraäänitutkimuksista, kliinisistä ja seulontamammografiatutkimuksista, natiivitutkimuksista, läpivalaisututkimuksista sekä tietokonetomografiatutkimuksista. Röntgentutkimukset ja ultraäänitutkimukset tallennetaan digitaaliseen muotoon ja arkistoidaan sähköisesti. Säteilylain mukainen kliininen auditointi on suoritettu toukokuussa 2003 ja helmikuussa 2008. (Varkauden kaupunki 2009b.)

2 SÄTEILYN LÄÄKETIETEELLINEN KÄYTTÖ

Säteilyn lääketieteellisellä käytöllä tarkoitetaan ionisoivan säteilyn käyttöä niin, että ihminen altistetaan tarkoituksellisesti säteilylle. Tällöin ionisoivaa säteilyä kohdistetaan tarkoituksellisesti ihmiskehoon tai kehon osaan sairauden tutkimiseksi, hoitamiseksi tai lääketieteellisen tutkimuksen/ toimenpiteen vuoksi. Lääketieteellistä käyttöä ovat siis mm. kaikki röntgentutkimukset- ja toimenpiteet sekä sädehoito. Lääketieteellisen säteilyn turvallisen käytön merkitys korostuu koko ajan saadun uuden tutkimustiedon myötä. Tavoite on lisätä oikeutuksen ja optimoinnin toteutumisen takeita, karsia epätyydyttäviä käytäntöjä ja edistää hyviksi todettuja käytäntöjä. (Suomen Röntgenhoitajaliitto 2006, 8; Laki säteilylain muuttamisesta 1998; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

Ionisoivan säteilyn käytön toiminnasta Suomessa on määrätty lainsäädäntö, johon kuuluvat Säteilylaki, Säteilyasetus sekä Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Sosiaali- ja terveysministeriö on ylin valvonta- ja ohjausviranomainen väestön suojelemisessa haitalliselta säteilyltä. Käytännössä Sosiaali- ja terveysministeriö valmistelee säteilysuojaukseen liittyvää lainsäädäntöä ja muuta ohjeistusta, tekee lausuntoja säteilysuojauksymyksistä ja seuraa ja ohjaa säteilyasioiden kehitystä ja toimeenpanoa. Varsinainen toimija ja valvoja niin suojaus- kuin muissakin säteilylainsäädäntöasioissa on Säteilyturvakeskus. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2007b.) Sä-

teilyturvakeskus (STUK) on tutkimuslaitos, asiantuntijaorganisaatio ja säteilyturvallisuutta valvova viranomainen. Säteilyturvakeskuksen tavoitteena on minimoida säteilyn haitalliset vaikutukset. (Säteilyturvakeskus 2008e.) Säteilylain tarkoituksena on estää ja rajoittaa säteilystä aiheutuvia terveydellisiä ja muita haittavaikutuksia. Tarkoituksena on antaa ohjeet ja säännöt turvalliseen työskentelyyn ionisoivaa säteilyä käytettäessä. Laki ja asetus koskevat säteilyn käyttöä ja muita toimintoja, joista aiheutuu tai saattaa aiheutua ihmisen terveyden kannalta haitallista altistumista säteilylle. (Säteilylaki 1991.)

Röntgentutkimuksissa käytettävä säteily on sähkömagneettista, ionisoivaa säteilyä. Ionisoivalla säteilyllä on riittävästi energiaa irrottamaan säteilyn kohteeksi joutuvan aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan aineen molekyylejä. Ionisoiva säteily voi aiheuttaa terveyshaittoja (Säteilyturvakeskus 2008a; Jurvelin 2005 13-15). Säteilyn terveydelliset haittavaikutukset voidaan jakaa kahteen ryhmään: suoriin eli deterministisiin ja satunnaisiin eli stokastisiin haittavaikutuksiin (Paile 2005, 78; Säteilysuojelun perussuositukset 2007).

Deterministiset säteilyn haittavaikutukset johtuvat laajasta solutuhosta. Kudosvamma tulee esille melko nopeasti, suuren äkillisen säteilyaltistuksen jälkeen. Vaurio voi syntyä vain, jos määrätty säteilyannoksen kynnysarvo ylittyy. Kynnysarvoon sekä kudosvaman vaikeuteen vaikuttavat muun muassa säteilyannos, säteilylaji, altistunut kudos ja altistuneen alueen laajuus. Ihovaurio on yleisin deterministinen säteilyvamma. (Paile 2005, 78-80; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

Stokastiset säteilyn haittavaikutukset syntyvät perimämuutoksesta yhdessä ainoassa, jakautumiskykyisessä solussa. Vaikutus voi periaatteessa syntyä kuinka pienestä säteilyannoksesta tahansa. Ionisoivan säteilyn fotonit tai hiukkanen pystyy katkaisemaan kemiallisen sidoksen, ja yksi osuma riittää aiheuttamaan DNA (deoksiribonukleiinihappo)-molekyylin katkoksen. Jos kriittisen perimämuutoksen läpikäynyt solu jakautuu, syntyy soluklooni, josta voi aikaa myöten mahdollisesti kehittyä hyvälaatuinen tai pahalaa-
tuinen kasvain. Sukusolun muuttuessa, voi seuraaville sukupolville aiheutua geneettisiä haittoja. (Paile 2005, 78-80.) Stokastisten riskien tarkastelu on oleellisempaa kuin determinististen haittojen arviointi, koska useimmissa röntgentutkimuksissa deterministisiin haittoihin tarvittavaa vähimmäisannosta ei ylitetä. (Tapiovaara ym. 2004, 119; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

3 POSKIONTELOIDEN NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSEN KUUTAMO-PROJEKTIO

3.1 Natiiviröntgentutkimus

Natiiviröntgentutkimus on osa säteilyn lääketieteellistä käyttöä, ja sillä on merkittävä asema sairauksien diagnostiikassa ja hoidon seurannassa (Jurvelin 2005, 11). Natiiviröntgenkuvaus soveltuu sellaisten kohteiden tutkimiseen, joissa erilaiset tiheysryhmät rajautuvat sopivasti toisiinsa nähden. Suurin tutkimuskohde on luusto. Luu nähdään röntgenkuvassa hyvin, koska se rajautuu selvästi muun tiheysryhmän kudoksiin. (Jauhiainen 2003, 29-30.)

Natiiviröntgenkuvauksessa röntgensäteilyä tuotetaan röntgenputkella. Röntgensäteily syntyy röntgenputken sisällä sijaitsevassa tyhjiössä, jossa on volframista valmistettu katodi sekä lautasen muotoinen metallista valmistettu anodi. Katodia kuumennetaan johtamalla sähkövirtaa sen läpi ja tämän seurauksena siitä irtoa elektroneja. Säteilyn tuottoaikaa säädetään röntgenputken suurjännitteen (kV) avulla, ja kun tämä suurjännite on kytkettynä, sähkökenttä vetää katodilta irronneet elektronit anodille, johon ne törmäävät suurella nopeudella ja näin syntyy röntgensäteilyä. Katodin hehkulangan lämpötilaa voidaan säätää hehkuvirran (mA) avulla ja siten elektronien irtoamista katodilta eli sitä, kuinka monta elektronia siirtyy katodilta anodille sekunnin aikana (mAs). (Jurvelin 2005, 33; Tapiovaara ym. 2004, 32; Jauhiainen 2003, 18-19.)

Röntgenputkesta lähtevä säteily läpäisee kuvauskohteen ja vaimenee samalla. Säteilyn vaimeneminen riippuu kohteen tiheydestä ja paksuudesta. Röntgensäteilyn vaimeneminen aiheuttaa kuvalevyllä viritystiloja, jotka voidaan purkaa valon avulla. Kuvauksen jälkeen kuvalevy luetaan punaisella lasersäteellä kuvanlukijassa, viritystilat purkautuvat ja synnyttävät aaltopituudeltaan lyhyempää sinistä valoa. Röntgenkuva muodostuu mittaamalla kuvanlukijassa tämän syntyvän valon intensiteetti kaikissa kuvalevyn pisteissä, ja saatava kuva tallennetaan tietokoneelle digitaalisessa muodossa. (Tapiovaara ym. 2004, 57.) Röntgenkuvassa nähdään kohteen rakennetta esittäviä kirkkausvaihteluita, elimistön röntgenvarjokuva, jossa kunkin kuvapisteen kirkkaus riippuu säteilyn vaime-

nemisesta kohteessa tämän pisteen ja röntgenputken välisellä matkalla. Eri syvyyksillä kohteessa olevat rakenteet kuvautuvat päällekkäin. (Tapiovaara ym. 2004, 61-62.)

Valmis röntgenkuva lähetetään PACS:iin (Picture Archiving and Communication Systems). PACS on sairaalan kuvaverkon, kuva-arkiston, kuvatyöasemien ja siihen liitettyjen kuvantamislaitteiden muodostama järjestelmä, joka tallentaa röntgenkuvat digitaalisessa muodossa kuva-arkistoon ja mahdollistaa kuvien liikkumisen kuvaverkostossa. PACS on yhdistetty sairaalan tietojärjestelmiin, jolloin se muodostaa kokonaisuuden sairaalan muiden potilastietojärjestelmien kanssa. (Kuopion yliopistollinen sairaala 2007a.)

3.2 Poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen projektiot

Molemmiin puoliin kasvoluissa sijaitsevat poskiontelot, joiden sisäpintaa verhoava limakalvo tulehtuu helposti. Poskionteloiden lisäksi nenäkäytäviin avautuu muita pään luiden sisällä olevia onteloita: seualokerot, otsaontelot ja kitaluun ontelo. Myös nämä muut ontelot näkyvät poskionteloiden röntgenkuvassa. Tulehdukseen liittyy nuhaa ja onteloihin kertyvä märkä aiheuttaa paineoireita ja päänsärkyä. Potilaan oireiden ja sairaalan käytänteiden mukaisesti otetaan 1-3 röntgenkuvaa. Poskionteloiden tilan arviointiin riittää avohoidossa tavallisesti oksipitomentaalinen eli ns. kuutamokuva, joka on tämän opinnäytetyön tarkastelun kohteena. Tarvittaessa otetaan myös etu- ja sivukuvat, joista nähdään kuutamoprojektiossa hammasjuurten alle jäävä poskionteloiden pohja. Näistä kuvista voidaan tulkita myös muiden sivuonteloiden tila sekä nenänielun muutokset, esimerkiksi kookas kitarisa. Kaikkien onteloiden on oltava kokonaan kuvan alueella, jotta saataisiin selville tulehduksen laajuus. Etukuvassa sekä poski- että otsaonteloiden pitää näkyä. Sivukuvassa pitää näkyä onteloiden lisäksi nenänielun takaseinä. (Kaukua & Mustajoki 2008b; Suomen Otolaryngologiyhdistys 2006.)

Poskiontelon röntgenkuvassa tulehdus näkyy kuvissa nestevaakapintana poskiontelon sisässä. Täysin varjostuneen ontelon arviointi edellyttää jatkotutkimuksia kliinisen tilanteen mukaan, koska tällaisesta ontelosta ei voi arvioida, miten ajankohtainen muutos on, esimerkiksi koko ontelon täyttävä kysta, polyyppi, tuumori tai märkäerite. Kuutta millimetriä paksumpaa limakalvoturvotusta pidetään myös merkinä akuutista tulehduksesta, sillä sen yhteydessä nesteen tai märkäisen eritteen esiintyminen on todennäköistä.

Normaalisti sivuontelot ovat ilmatäyteiset, jolloin röntgensäteet kulkevat niiden läpi vaivatta. Röntgenkuvissa terve poskiontelo näkyy tummana alueena. Jos ontelot täyttyvät tulehduseritteellä, ne siirtyvät pehmytkudosryhmään (tummasta harmaaksi), mutta erottuvat kuitenkin hyvin koska rajautuvat luuhun (Jauhiainen 2003, 29-30.) Äkillisen tulehduksen aikana yleensä kaikki sivuontelot ovat jonkin verran tulehtuneet ja ne eivät näy selkeinä tummina alueina. Lisäksi virhevalotuksella menetetään informaatiota. Esimerkiksi liian vaaleassa kuvassa luun ja limakalvon erottaminen on vaikeaa, ja sinuiitti-diagnooseja tehdään tällaisista kuvista liikaa. Vertailu vanhoihin sivuontelokuvaan helppottaa limakalvoturvotuksen arviointia, esimerkiksi äkillisen tulehduksen erottamista kroonisen poskiontelotulehduksen aiheuttamasta turvotuksesta. (Kaukua & Mustajoki 2008b; Suomen Otolaryngologiyhdistys 2006.)

3.3 Kuvanlaatu

Röntgenkuvien laatu tulisi periaatteessa mitata kuvista saavutettavan diagnostiikan tarkkuuden avulla. Saavutettavan diagnostiikan tarkkuuteen vaikuttavat röntgenkuvien teknisen laadun lisäksi ainakin potilaan anatomian erot, röntgenkuvissa näkyvien taudin piirteiden vaihtelu, kuvien tulkitsijoiden taito ja kokemus sekä potilaasta saatavat ennakkotiedot. Kuvien luotettava tulkinta edellyttää kokemusta, jotta teknisistä ja rakenteellisista ongelmista johtuvien muutosten arviointi olisi mahdollista (Suomen Otolaryngologiyhdistys 2006.) Hyvin tehdyssä tutkimuksessa röntgenkuvan tulee kattaa tarvittava anatominen alue kokonaan ja kuvaustekniikan, projektoiden ja potilaan asettelun on oltava sovitun mukaisia. Tällöin kuvia tutkittaessa on vähemmän epätietoisuutta siitä, onko poikkeuksellinen kuva aiheutunut potilaan poikkeavasta anatomiasta vai poikkeavasta kuvauksesta. (Tapiovaara ym. 2004, 79.)

Fysikaalisella kuvanlaadulla voidaan tarkoittaa kuvan mittaavia yksittäisiä ominaisuuksia tai näiden tekijöiden yhteisvaikutusta siihen, kuinka paljon informaatiota kuvasta saadaan jonkin tietyn kuvalle asetetun tehtävän suorittamiseen. Tärkeimpiä kuvanlaatu-tekijöitä ovat kuvan kontrasti, terävyys ja kohina, jotka yhdessä vaikuttavat kuvattavien yksityiskohtien havaittavuuteen. Kontrasti tarkoittaa kuvan tummimman ja vaaleimman kohdan valoisuuden eroa. Terävyydellä tarkoitetaan kuvassa sitä, että kohteen terävät reunat myös kuvautuvat selkeinä ja terävinä. Samaa asiaa kuvaa myös erotuskyky, joka

kertoo kuvan yksityiskohtien määrästä. Kuvan satunnaista tummuusvaihtelua kutsutaan kuvan kohinaksi. Se vaikuttaa kuvassa olevien pienten kontrastien havaitsemiseen. Kohina näkyy satunnaisesti ympäristöä vaaleampina ja tummempina pisteinä. (Tapiovaara ym. 2004, 82-93.)

3.4 Optimointi poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa

Säteilyn lääketieteellistä käyttöä suunniteltaessa tulee tavoitteena olla tutkittavien ja hoidettavien henkilöiden tarpeettoman säteilyaltistuksen välttäminen. Tässä tarkoituksessa huomioon otettavat yleiset tekijät ovat laitteiden valinta, säteilylle altistavan toimenpiteen suorittaminen siten, että se tuottaa riittävän diagnostisen tiedon tai hyvän hoitotuloksen, potilasannosten määrittäminen ja laadunvarmistus. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000.)

Optimointiperiaatteen mukaan säteilyn käytöstä aiheutuva säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin se kohtuudella on mahdollista. Mahdollisimman pienellä säteilyaltistuksen määrällä pyritään saamaan diagnostinen kuva, jolloin voidaan toteuttaa tehokasta optimointia. (Säteilysuojelun perussuositukset 2007.) Kuvauksen tarpeellisuuden tulee olla perusteltua. Tavallista poskiontelotulehdusta epäiltäessä röntgenkuvaus ei välttämättä ole tarpeellinen, vaan diagnoosi voidaan tehdä kliinisten oireiden perusteella, jolloin myös kontrollikuvilta säästytään. (Säteilyturvakeskus 2008b; Järvinen 2005, 83-84.) Röntgentutkimuksen yksittäiselle potilaalle aiheuttama säderasitus on kuitenkin vähäinen, ja nenän sivuonteloiden röntgenkuvauksen herkkyys akuutissa sinuiitissa on keskimäärin 87 % ja spesifisyys 89 % (Suomen Otolarngologiyhdistys 2006).

Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektio toteutetaan Lysholmin kallopyydällä. Röntgenosastolla on käytössä digitaalinen levykuvantamisjärjestelmä. (Varkauden sairaala 2007.) Säätöpöytä on merkiltään Shimadzu ja kuvalukija on Fuji FCR Profect CS. Kuvalevy on merkiltään Fuji IP CASSETTE Pb type C ja poskionteloiden kuvauksessa sen koko on 18x24cm. Kallopyydässä on käytössä iso fokus (Kallinen 23.5.2009). Fokus ilmaisee elektronien iskeytymiskohtaa röntgenputkessa. Fokuskooalla voidaan vaikuttaa kuvan erotuskykyyn sekä säteilyn määrään. (Tapiovaara ym. 2004.)

Optimoinnissa tarkastellaan, kuinka kentän koko, kuvausetäisyys, energia, sähkömäärä ja suodatus sekä potilaan koko vaikuttavat säteilyannokseen ja kuvanlaatuun. (TAULUKKO 1.) Optimoinnissa on tärkeää, että säteilykeila rajataan huolellisesti siten, että halutut anatomiset rakenteet näkyvät rajatun alueen sisäpuolella. Röntgenhoitajan tulee olla selvillä ihmisen anatomisista rakenteista. Kallopyydässä käytetään kuvan rajaukseen lyijylevyä, jossa on aukko. Aukon koon valinnalla voidaan vaikuttaa röntgenputken säteilykeilan kokoon. (Kallinen 28.4.2009.) Potilaan säteilyannos on suoraan verrannollinen kentän kokoon. Kuvanlaatu kärsii kentän koon kasvaessa, jolloin myös sironna lisääntyy. (Husso 2009.) Kuutamoprojektiossa aukko 18 on halkaisijaltaan 2,7cm, näin ollen säteilykeilan koko on vakio (Varkauden sairaala 2007). Säteilykeilan koon ollessa vakio, ei voida vaikuttaa myöskään sironneen säteilyn (säteilyä, joka syntyy röntgensäteilyn vaimentuessa kohteessa) määrään (Tapiovaara ym. 2004, 66). Tällöin asettelussa täytyy olla huolellinen, jotta tarvittavat anatomiset rakenteet tulevat juuri aukon kohdalle. Aivo- ja luukudos vaimentavat osaltaan säteilyä, jolloin silmien saama säteilyannos jää pieneksi. (Varkauden sairaala 2007; Möller & Reif 1997, 8-9.)

Kuvausetäisyys (FFD =Filmi-Focus-Distance) on röntgenputken ja kuvalevyn välinen etäisyys (Toivonen, Miettinen & Servomaa 2000, 104). Kallopyydässä kuvausetäisyys kuutamo-projektiossa on 90 cm, johon ei voida vaikuttaa (TAULUKKO 1). Kuvalevytelinettä kipataan 110° kaudaalisesti (jalkoihin päin), röntgenputki on suorassa 90° (Varkauden sairaala 2007). Oikeiden kuvausarvojen (kV ja mAs) valinta on tärkeää, jolloin potilas saa sopivan määrän säteilyä suhteessa onnistuneeseen kuvaan. Sähkömäärä (mAs) on suorassa suhteessa potilaan annokseen ja kuvanlaatu paranee suorassa suhteessa sähkömäärään. (Husso 2009.) Poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksessa kV-alue on 90-102 kV (Suomen Röntgenhoitajaliitto 2006, 25). Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla käytettävä kuvausjännite on 75 kV ja sähkömäärä on 16 mAs (Varkauden sairaala 2007). Säteilyn suodatusta käytetään poistamaan röntgensäteilystä sen pienienenergisisimmät kvantit, jotka muutoin absorboituisivat potilaaseen osallistumatta merkittävästi kuvanmuodostukseen. Suodatus toteutetaan asettamalla sopivasta materiaalista, esimerkiksi alumiinista valmistettu levy röntgenputken ikkunan eteen. Suodatuksella on merkittävä vaikutus potilaan pinta-annokseen. (Tapiovaara ym. 2004.) Kallopyydän suodatus on 3,0 mm Al (alumiini), lisäsuodatusta siihen ei saa (Kallinen 23.5.2009).

TAULUKKO 1. Optimointitaulukko (Husso 2009)

| | Säteilyannos | Kuvanlaatu | Kontrasti | Erotuskyky (terävyys) | Kohina |
|---------------------|--------------|------------|-----------|--------------------------|--------|
| Kentän koko + | + | - | | - | + |
| Etäisyys + | - | - | | - | + |
| Energia kV + | + | + - | - | + | - |
| Sähkömäärä mAs + | + | + | + | + | - |
| Suodatus + | - | + | - | + | + |
| Potilaan koko + | + | - | - | - | + |

+ lisääntyy, - vähentyy, sininen = positiivinen vaikutus, punainen = negatiivinen vaikutus

Metalliset esineet kuten korut, silmälasit ja tekohampaat tulee poistaa kuvausalueelta, sillä niistä aiheutuu artefakteja eli häiriöitä röntgenkuviin. Metalliesineet voivat peittää diagnoosin tekemisen kannalta tärkeitä seikkoja röntgenkuvasta. (Tapiovaara ym. 2004, 98.) Lyijyistä kilpirauhassuojaa voidaan kuvauksessa käyttää, kunhan se on oikein aseteltu, eikä ole kuvattavan kohteen päällä (Kuopion yliopistollinen sairaala 2007c). Kuvaussuunnaksi valitaan PA(posterior-enterior)-suunta, jolloin säteily tulee kuvattavaan takaa päin, tällöin kallo suojaa osittain silmien saamaa säteilyaltistusta (Suomen Röntgenhoitajaliitto 2006, 16).

Huolellinen potilaan asettelu kuvausprojektiioon ja hyvä ohjaaminen takaavat osaltaan onnistuneen kuvan ja siten välttää uusintakuvausilta (Kuopion yliopistollinen sairaala 2007b). Röntgenhoitajan tulee ottaa potilaan yksilölliset tarpeet huomioon. Kuvauskohteena on ihminen, joka on fyysinen-, psyykkinen- ja sosiaalinen kokonaisuus. Kuvausprosessi tulee toteuttaa huomioiden nämä osa-alueet. Potilaan mielentila, hyvinvointi

ja mahdollinen sairaus vaikuttavat kuvausprosessiin, ja röntgenhoitajan toimiminen kuvaustilanteessa vaikuttaa kuvausprosessin onnistumiseen. Potilaan tulisi kokea itsensä ainutlaatuiseksi ja kuvausprosessi turvalliseksi. Röntgenhoitaja on kuvausprosessissa potilasta varten, eikä kuvausten tulisi olla liukuhihnamaista sarjatyötä. (Nieminen 2006a; Nieminen 2006b; Valtonen 2000; Sorppanen 2006.) Potilas tulee asettaa poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektioon siten, että hänen kasvonsa ovat kohti kuvauslevyä. Potilasta ohjeistetaan kallistamaan päätä taaksepäin, siten ettei kallonpohja kuvaudu poskionteloiden päälle. (Kuopion yliopistollinen sairaala 2007c; Möller & Reif 1997, 8-9.) Kuvan on oltava suora ja asennon oikea. Jos kuutamokuvan kallistus jää vajaaksi, peittyy poskiontelon pohja. Tällöin tulee harkita uusintakuvausta tai lisäprojektioita, esimerkiksi sivukuvaa. (Suomen Otolaryngologiyhdistys 2006.) Suu pyydetään avaamaan niin suurelle kuin mahdollista, jotta hampaat kuvautuisivat mahdollisimman vähän poskionteloiden päälle. Potilasta pyydetään olemaan paikallaan ja hengittämään normaalisti kuvauksen aikana. Kuvauksen jälkeen röntgenhoitaja arvio, täytyivätkö hyvän kuvan kriteerit, olivatko kuvausarvot optimaaliset sekä oliko kuvausprosessi onnistunut. (Kuopion yliopistollinen sairaala 2007c; Möller & Reif 1997, 8-9.)

3.5 Vertailutasot

Vertailutasoilla tarkoitetaan etukäteen määriteltäviä röntgentutkimuksen säteilyannostasoja, jonka ei oleteta ylittävän normaalikokoiselle potilaalle hyvän käytännön mukaan tehdyssä toimenpiteessä (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000). Säteilyturvakeskus on asettanut uusimmat tavanomaisten röntgentutkimusten vertailutasot aikuisille 1.1.2009 (Säteilyturvakeskus 2009). Käytännön tavoite on edistää röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen rajoittamista tasolle, joka on riittävä kliinisen tarkoituksen saavuttamiseksi. Tämä tavoite saavutetaan vertaamalla mitattuja annoksia vertailutasoihin ja selvittämällä ylitysten syyt vertailutasojen ylittyessä. (Havukainen & Korpela 2001, 15; Kiljunen 2005, 12-13.) Vertailutasojen avulla voidaan löytää ne röntgentutkimukset, joissa potilaiden säteilyaltistus on tavanomaista suurempi ja joiden tutkimuskäytäntöä on tarkasteltava tarkemmin ja mahdollisesti parannettava. (Kiljunen 2005, 12-13.) Jos vertailutason todetaan toistuvasti ylittävän, tulee ylitysten syyt selvittää ja tehdä tarpeelliset toimenpiteet säteilyaltistuk-

sen pienentämiseksi. Vertailutasojen alittaminen ei kuitenkaan vielä merkitse, että tutkimus olisi säteilyturvallisuuden kannalta optimoitu. Tällöinkin on tutkittava, voidaanko säteilyaltistusta edelleen pienentää. Vertailutasot annetaan yleensä sekä pinta-annoksena (ESD, Entrance Surface Dose) että annoksen ja pinta-alan tulona (DAP, Dose Area Product). (Kiljunen 2005, 12-13.)

Poskionteloiden natiiviröntgentutkimus tuottaa noin 0,03 mSv:n annoksen, joka vastaa neljän päivän altistumista taustasäteilylle (Ilkko, Raappana, Kristo, Niinimäki & Pirila. 2007). Säteilyturvakeskus on asettanut vertailutasot poskionteloiden natiiviröntgentutkimukseen ikäryhmälle 7-15vuotiaat; DAP 250 mGy*/ cm² ja ESD 2 mGy. Säteilyaltistus pyritään määrittämään vähintään kymmenen potilaan joukolle ikäryhmää kohti. Tälle joukolle on laskettu säteilyaltistuksen keskiarvo, jota verrataan ikäryhmälle annettuun vertailutasoon. (Bly 2009.) Säteilyturvakeskus ei ole määritellyt vertailutasoja pinta-annoksista (ESD) ja pinta-ala-annoksista (DAP) aikuisille (Havukainen & Servomaa 2001, 20-21; Säteilyturvakeskus 2009). Yksilönsuojaperiaatteen mukaan yksilön säteilyaltistus ei saa ylittää asetuksella vahvistettuja arvoja (Säteilylaki 1991).

4 POSKIONTELOIDEN NATIIVIRÖNTGENTUTKIMUKSEN KUUTAMO-PROJEKTION SÄTEILYANNOKSEN MÄÄRITTÄMINEN

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (2000) säteilyannoksella tarkoitetaan säteilyaltistuksen suuruutta kuvaavaa mittaussuuretta tai säteilyaltistuksesta aiheutuvaa terveydellistä haittavaikutusta kuvaavaa, säteilyasetuksen (1512/1991) 2 §:ssä määriteltyä säteilyannosta (efektiivinen annos tai ekvivalenttiansos). Annoksen mittaamiseksi ja ilmaisemiseksi tarvitaan tarkasti määritellyt suureet, ja annosten suuruudesta puhuttaessa olisi selkeästi ilmaistava, mistä suureesta on kysymys. Potilaan annoksen määrittämisen tavoitteena on arvioida potilaalle säteilystä aiheutuvaa haittaa. Siksi potilaan annoksen ilmaisemiseen käytetyn suureen tulisi olla tätä haittaa tai riskiä kuvaava. (Tapiovaara ym. 2004, 117-118; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

4.1 Säteilyn määrää kuvaavat suureet

Säteilyn määrää kuvaavia suureita ovat absorboitunut annos ja kerma. Absorboitunut annos kertoo, kuinka paljon energiaa säteilystä on siirtynyt kohdeaineeseen sen massayksikköä kohden. Absorboitunut annos voidaan ilmoittaa missä tahansa väliaineessa, johon säteily kohdistuu. Kun säteilyn kohteena on ihminen, absorboitunut annos ilmoitetaan yleensä jonkin yksittäisen kudoksen tai elimen keskimääräisenä absorboituneena annoksena. Absorboituneen annoksen yksikkö on joule kilogrammaa kohden (J/kg). Yksikölle on annettu erityisnimi gray (Gy). Koska yksi gray on erittäin suuri säteilyannos, käytetään yksikkönä yleensä grayn tuhannesosaa milligraytä (mGy) tai miljoonasosaa mikrograytä (μ Gy). (Säteilyturvakeskus 2005; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

Toinen fysikaalinen perussuure on kerma (Kinetic Energy Released in Matter), joka soveltuu röntgensäteilyn, gammasäteilyn ja neutronisäteilyn tai muun välillisesti ionisoivan säteilyn mittaamiseen. Kerman perusmääritelmässä tarkastellaan sitä osaa säteilyenergiasta, joka siirtyy sähköisten hiukkasten liike-energiaksi tietyssä massa-alkiossa tapahtuvissa säteilyn ja aineen vuorovaikutuksissa. Kerman yksikkö on myös gray. (Komppa 2004, 12.)

4.2 Säteilyn terveyshaittaa kuvaavat suureet

Säteilyn terveyshaittaa kuvaavia suureita ovat ekvivalenttiannos, efektiivinen annos ja väestöannos. Ekvivalenttiannos kuvaa säteilyn tietylle elimelle ja kudokselle aiheuttavaa terveydellistä haittaa. Annos on säteilystä kudokseen tai elimeen massayksikköä kohti keskimäärin siirtyneen energian ja säteilyn painotuskertoimen tulo. (Järvinen 2005, 78.) Ekvivalenttiannos ei ole fysikaalisesti mitattavissa. Annos voidaan laskea, kun absorboitunut annos on mitattu tai määritetty. (Säteilyturvakeskus 2008f; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

Efektiivisellä annoksella kuvataan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaishaittaa (Järvinen 2005, 78). Efektiivisen annoksen laskennan perustekijät ovat: absorboitunut annos kullekin kudokselle tai elimelle, eri säteilylajeille määritellyt haittakertoimet, sekä kunkin kudoksen ja elimen säteilyherkkyyttä kuvaavat painokertoimet (Säteilyturvakeskus 2008c). Yksikkönä annoksissa on sievert (Sv) (Säteilyturvakeskus 2008f). Efektiivisen annoksen avulla arvioidaan tavallisesti säteilyn aiheuttamia satunnaisia eli stokastisia riskejä (Tapiovaara ym. 2004, 119; Säteilysuojelun perussuositukset 2007).

Väestöannoksella eli kollektiivisella annoksella tarkoitetaan säteilystä jollekin tietylle ihmisryhmälle aiheutuvaa efektiivistä kokonaisannosta, ja sen yksikkö on mansievert (manSv). Kollektiivinen efektiivinen annos lasketaan kertomalla ihmisryhmän keskimääräinen efektiivinen annos ryhmään kuuluvien ihmisten lukumäärällä. (Rantanen 2000, 658; Säteilysuojelun perussuositukset 2007.)

4.3 Säteilyannosta mittaavat suureet

Säteilyannoksen mittaamista kuvaavia suureita ovat pinta-annos ja pinta-ala-annos. Pinta-annoksella (ESD, Entrance Surface Dose) tarkoitetaan ilmaan absorboitunutta annosta siinä pisteessä, jossa säteilykeilan keskiakseli osuu potilaaseen. Pinta-annos kuvaa siten paikallista absorboitunutta annosta potilaan iholla, eikä potilaan kokonaisaltistusta. Pinta-annos on hyödyllinen, kun halutaan vertailla eri aikoina tai eri tutkimuspaikoissa otettujen röntgenkuvien annostasoa sekä arvioida determinististen säteilyvaurioiden mahdollisuutta. Pinta-annos-mittauksen voidaan ajatella kuvaavan potilaan pinnalle pinta-alayksikköä kohden kohdistuvien kvanttien määrää. (Kettunen 2004, 52; Tapiovaara ym. 2004, 122.)

Potilaan altistusta pinta-annosta paremmin kuvaava suure on annoksen ja pinta-alan tulo (DAP, Dose Area Product), jota kutsutaan usein myös pinta-ala-annokseksi. Pinta-ala-annos on tietyllä etäisyydellä säteilykeilassa mitatun ilmaan absorboituneen keskimääräisen annoksen ja samalla etäisyydellä mitatun säteilykeilan poikkileikkauksen pinta-alan tulo. Pinta-ala-annoksen voidaan ajatella kuvaavan potilaan pinnalle kohdistuvien kvanttien kokonaislukumäärää. Pinta-ala-annos on pinta-annosta parempi suure, kun tarkoituksena on selvittää potilaan tutkimuksessa saamaa säteilyaltistusta ja stokastista riskiä. (Kettunen 2004, 52; Tapiovaara ym. 2004, 123.) DAP-mittari on läpäisytyyppi-

nen, tasomainen ionisaatiokammio, jolla voidaan mitata pinta-ala-annosta potilastutkimuksen yhteydessä (Pöyry 2004, 2). Mittari kiinnitetään röntgenputken kaihdinkoteloon (Toivonen, Miettinen & Servomaa 2000, 101).

4.4 Säteilyannoksen määrittäminen

Potilaan säteilyannos voidaan määrittää joko mittaamalla tai arvioida laskemalla. Lisäksi säteilyannos voidaan mitata potilasta vastaavan mallin, fantomin avulla (Järvinen 2002, 8.) Annosten määrittämiseen soveltuvia vaihtoehtoja ovat potilaan pinta-annoksen (ESD) mittaaminen, sen laskeminen röntgenputken säteilytuoton perusteella tai annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittaaminen (Toivonen ym. 2000, 55). Potilaan pinta-annos (ESD) voidaan laskea röntgenputken säteilytuotosta tai pinta-ala-annoksesta (DAP) (Säteilyturvakeskus 2004). Pinta-annoksen laskeminen monitorin näytöltä tapahtuu seuraavan laskukaavan mukaisesti:

$$\text{ESD} = \text{DAP} / [\text{A} \times (\text{FSD}/\text{FFD})^2] \times \text{BSF}$$

jossa

DAP = annoksen ja pinta-alan tulo

A = kentän koko monitorin näytöllä

FSD = fokus-ihoetäisyys

FFD = fokus-filmietäisyys

BSF = takaisinsirontakerroin

(Mannila 2005, 11; Wirtanen 2002, 21-23.)

STM:n asetuksen (2000) 31 §:n perusteella Säteilyturvakeskus edellyttää, että röntgenlaitteissa on potilaan säteilyaltistuksen määrittämiseen soveltuva mittalaite. Mittalaite on joko annoksen ja pinta-alan tulon mittari (DAP-mittari) tai muu tarkoitukseen soveltuva mittari tai näyttö. Tavanomaisessa röntgenkuvauslaitteessa tällaiseksi voidaan hyväksyä myös sähkömäärän (mAs) näyttö. (ST-ohje 3.3 2006.) Potilaan säteilyaltistusta osoittavaa näyttöä tai vastaavaa laitetta voidaan käyttää potilaan säteilyaltistuksen määrittämiseen, kunhan säännöllisellä laitteen toiminnan testauksella eli kalibroinnilla tai

säännöllisillä muilla mittauksilla varmistetaan, että näyttämä on oikea (Järvinen 2002, 8).

Röntgenlaitteessa oleva DAP-mittari tulisi kalibroida siten, että mittaustuloksena saadaan annoksen ja pinta-alan tulo potilaaseen kohdistuvassa säteilykeilassa. Mittareita voidaan kalibroida erilaisilla menetelmillä, mutta usein on tyydytty käyttämään mittarin valmistuksen yhteydessä tehtyä kalibrointia. Uudessa kalibrointimenettelyssä käyttöpaikalla suoritettava kalibrointi tehdään DAP- mittarilla (vertailumittarilla), joka on säteilykeilassa samanaikaisesti kalibroitavan mittarin kanssa. Säteilyn käyttöpaikalla kalibroinnissa tarvittavat vertailumittarit kalibroidaan Säteilyturvakeskuksen mittanormaali-laboratoriossa. (Pöyry 2004, 2.)

Yksittäisestä röntgenkuvasta (yksi projektio) potilaalle aiheutuvan pinta-annoksen mittaaminen voidaan tehdä suoraan, kiinnittämällä sopiva säteilymittari potilaan iholle tai fantomin pinnalle säteilykeilan keskelle (Säteilyturvakeskus 2004). Useimmat säteilymittarityypit eivät kuitenkaan sovellu suoraan potilaan iholta tehtävään pinta-annoksen mittaukseen, koska ne olisivat näkyvissä myös röntgenkuvassa ja saattaisivat häiritä kuvan tulkintaa. Tällaisilla säteilymittareilla pinta-annos voidaan mitata toistamalla säteilytys samoilla säätöarvoilla kuin potilasta kuvattaessa, ja mittaamalla ilmaan absorboitunut annos potilaan ihon kohdalta ilmassa tai sopivan fantomin pinnalla. (Tapiovaa- ra ym. 2004, 119-120.) Suoran mittauksen sijasta pinta-annos voidaan laskea, kun tiedetään kuvauksessa käytetty putkijännite, virta-aikatulo, fokus-ihoetäisyys (FSD) sekä röntgenputken säteilytuotto. Lisäksi tarvitaan tutkimuskohtainen takaisinsirontakerroin, joka huomioi potilaasta siroavan säteilyn aiheuttaman annoksen. (Harju 2002, 8.)

4.5 Aikaisemmat tutkimukset

Aikaisempia tutkimuksia aiheesta on tehty määrittämällä pinta-annoksia ja pinta-ala-annoksia keuhkojen natiiviröntgentutkimuksesta aikuisilla. Nämä tutkimukset ovat olleet Savonia-ammattikorkeakoulun opinnäytetöitä ja tutkimukset on toteutettu keskussairaaloissa. Lisäksi on tarkasteltu teknisten laatuvaatimusten toteutumista. Säteilysuojelu ja optimointi eivät ole olleet näiden töiden varsinaisena tarkastelun kohteena. Tut-

kimustuloksia on vertailtu Säteilyturvakeskuksen ja Euroopan unionin antamiin vertailutasoihin. (Karvinen & Ripatti 2004.)

Säteilyturvakeskus ei ole määritellyt vertailutasoja poskionteloiden pinta-annoksista (ESD) ja pinta-ala-annoksista (DAP) aikuisille (Havukainen & Servomaa 2001, 20-21; Säteilyturvakeskus 2009). Keuhkojen ja poskionteloiden pinta-annokset ja pinta-ala-annokset eivät ole vertailtavissa keskenään, joten näistä aikaisemmista tutkimustuloksista ei ole merkittävää hyötyä tässä opinnäytetyössä.

5 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTTAMINEN

5.1 Projektimenetelmä

Projekti on työelämän kehittämistyö, joka tavoittelee ammatillisessa kentässä käytännön toiminnan kehittämistä, ohjeistamista, järjestämistä tai järjeistämistä. Projekteilla on yleensä toimeksiantaja. Toteutustapana on kohderyhmän mukaan projekti, joka pohjautuu kehittämissuunnitelmaan. Opinnäyte sisältää toiminnallisen osuuden eli produktin ja raportin eli prosessin dokumentoinnin ja arvioinnin tutkimusviestinnän keinoin. Tuotoksen tulisi aina pohjata ammattiteorialle ja sen tuntemukselle. Projektin tekijöiltä edellytetään tutkivaa ja kehittävää otetta, vaikka tutkimus monesti onkin lähinnä selvityksen tekemistä ja selvitys tiedonhankinnan apuväline. Tutkiva ote näkyy teoreettisen lähestymistavan perusteltuna valintana, prosessissa tehtyjen valintojen ja ratkaisujen perusteluina sekä pohtivana, kriittisenä suhtautumisena omaan tekemiseen ja kirjoittamiseen. (Virtuaali ammattikorkeakoulu 2009; Airaksinen 2003.)

Projektin valinnan tulisi perustua selkeästi analysoituun kehittämistarpeeseen, josta projektin alustava valinta lähtee liikkeelle. Projekti on selkeästi asetettuihin tavoitteisiin pyrkivä ja ajallisesti rajattu kertaluonteinen tehtäväkokonaisuus, jonka toteuttamisesta vastaa varta vasten sitä varten perustettu selkeä organisaatio, jolla on käytettävissään selkeästi määritellyt resurssit ja panokset. (Kettunen 2003, 15; Silfverberg 2001, 20-21.)

5.2 Projektin taustaselvitykset ja projektisuunnitelma

Hyvän projektin perustana on riittävä taustatietojen tuntemus. Projektin varsinainen suunnittelu sisältää kehittämistyön luonteesta ja sisällöstä riippuen erilaisia suunnittelu-analyyseja ja suunnitelmien arviointivaiheita. Suunnitteluanalyysien pitäisi kattaa kaikki ne asiat, joiden määrittely on olennaista projektin onnistumisen kannalta tai jotka saattavat sisältää riskejä. Projektia suunniteltaessa tulisi arvioida sen vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat (Silfverberg 2001, 19-21), joita on tässä työssä arvioitu SWOT-analyysin (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) avulla. (LIITE 1) SWOT-analyysi on nelikenttämenetelmä, jota käytetään projektin suunnittelussa, sekä oppimisen tai ongelmien tunnistamisessa, arvioinnissa ja kehittämisessä (Korhonen ym. 2000, 180.)

Vahvuuksina kehittämistyössä olivat tarve kehittämistyölle, yhteistyötahot (Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosasto, Kuopion yliopistollinen sairaala ja Savonia-ammattikorkeakoulu) ja tutkijoiden motivoituneisuus. Heikkouksina olivat vain yhden radiologin mielipide kehittämistyön tuloksista, vertailutasojen puuttuminen ja tutkijoiden kokemattomuus. Mahdollisuuksina olivat kuvanlaadun paraneminen, säteilyannosten pieneneminen ja tutkijoiden ammattitaidon kehittyminen. Uhkina olivat kuvauslaitteen mahdollinen vaihtuminen ja mittaustulosten hyödynnettävyys uuteen laitteeseen.

Laajuudeltaan suppeammassa kehittämistyössä voidaan laatia suoraan lopullinen projektisuunnitelma, jonka toteutettavuus arvioidaan ennen hankkeen aloittamista (Silfverberg 2001, 20-21). Ensin tulee tehdä taustatietojen pohjalta kattava suunnitelma siitä, mitä tullaan tekemään. Projektisuunnitelman tulee vastata kysymyksiin kuka teki, mitä teki, missä, milloin ja kenelle. (Lapin liitto 2009.) Hyvä projektisuunnitelma käsittää selkeästi ja realistisesti määritellyt tavoitteenasettelun, toteutusmallin, aikataulun ja resurssit sekä johtamismallin. Kehittämistyötä suunniteltaessa täytyy huomioida myös siitä saatava varsinainen hyöty. (Kettunen 2003, 15; Korhonen ym. 2000, 180; Silfverberg 2001, 11-12.)

Kehittämistyön valinta lähti liikkeelle Varkauden sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosaston kehittämistarpeesta. 6.4.2008 oltiin yhteydessä sähköpostitse Varkauden sosiaa-

li- ja terveystoimialan röntgenosaston apulaisosastonhoitajaan ja ilmoitettiin, että kehittämistyön aiheesta oltiin kiinnostuneita ja haluttiin toteuttaa siitä opinnäyte. Keväällä 2008 tehtiin informaation avustuksella tiedonhakuja aiheesta ja käytiin ideapajassa 2.4.2008, jossa käytiin läpi alustavia suunnitelmia kehittämistyötä varten. Lisäksi muotoiltiin ideapaperi, joka hyväksyttiin 30.5.2008. Kehittämistyön aloittamisesta sovittiin 28.5.2009, jolloin käytiin tutustumassa röntgenosastoon. Taustaselvityksenä perehdyttiin Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan organisaatioon sekä kehittämistyön hyödynsaajaan. Annosmittauksia varten tuli selvittää, mitä annokset ovat olleet aikaisemmin. Pinta-ala-annosten mittausta varten kysyttiin Kuopion yliopistollisesta sairaalasta lainaksi liikuteltavaa DAP-mittaria, koska sitä ei Varkauden sairaalan röntgenosaston kallopyydässä ole.

Kehittämistyön tarpeesta, toteutuksesta ja sen etenemisestä keskusteltiin tutustumiskäynnin yhteydessä Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosaston apulaisosastonhoitajan, osastonhoitajan ja radiologin kanssa. Ohjaussopimus tehtiin apulaisosastonhoitajan kanssa. Eettisen lautakunnan hyväksyntää kehittämistyölle ei tarvittu, koska testikuvat kuvattaisiin fantomin avulla, eikä oikeilla potilailla (Hovi 28.5.2009). Kehittämistyötä varten muodostettiin toteutus/ohjausryhmä, joka koostui opinnäytetyöntekijöistä, apulaisosastonhoitajasta ja radiologista. Tutkimussuunnitelmassa täsmennettiin kehittämistyön tarkoitus ja tavoitteet sekä laadittiin keinot tavoitteisiin pääsemiseksi. Tutkimussuunnitelma sisälsi myös tiedonkeruulomakkeen, johon merkittiin tutkimuksesta saatavat kuvausarvoparit ja pinta-ala-annokset. Tutkimussuunnitelma saatiin valmiiksi toukokuun loppuun mennessä, jonka jälkeen tutkimuslupa voitiin hakea hallintoylilääkäriltä ja toteuttaa kehittämistyö. Tutkimuslupa saatiin 15.6.2009 (LIITE 2).

DAP-mittari saatiin lainaksi Kuopion yliopistollisesta sairaalasta 14.8.2009, jolloin sovittiin, että se palautetaan kun kehittämistyö on toteutettu. Kehittämistyön otoskooksi (kuvausarvoparien määrä) sovittiin apulaisosastonhoitajan kanssa 10 kuvausarvoparia. Kehittämistyö toteutettiin puolentoista vuoden aikana (huhtikuu 2008 - joulukuu 2009) ja se oli kertaluonteinen. Toteuttamisesta vastasi projektisuunnitelmassa määritelty ryhmä. Tämä ryhmä oli selkeä organisaatio, jossa opinnäytetyöntekijät toteuttivat kehittämistyön yhdessä apulaisosastonhoitajan ja radiologin kanssa. Ohjeistusta opinnäytetyön teoreettiseen ja sisällölliseen puoleen saatiin ohjaavalta opettajalta.

5.3 Projektin toteutus

Työsuunnitelmat laaditaan määriteltyjen tavoitteiden ja tuotosten pohjalta. Kehittämistyön etenemisvaiheet tulee olla selkeät ja toteuttaa luontevassa järjestyksessä. Projektin toteutuksen aikana pitää pystyä jatkuvasti arvioimaan tavoitteiden saavuttamista sekä työn tuloksellisuutta ja tehokkuutta. Vaikka projektin toteutuksessa onnistuttaisiinkin tehokkaasti arvioimaan tavoitteiden saavuttamista, on projektin sisäisen arvioinnin vaarana kuitenkin se, että toteuttajat tulevat sokeaksi omalle työilleen, eikä arviointi enää ole objektiivista. (Silfverberg 2001, 24.) Hyvä suunnitelma on pohjana kehittämistyön toteuttamiselle, tulosten raportoinnille ja lopulliselle arvioinnille (Lapin liitto 2009).

Kehittämistyö toteutettiin neljänä vaiheena Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla. Kehittämistyön toteuttamisajankohdat sovittiin sähköpostitse yhdessä apulaisosastonhoitajan kanssa siten, että ne häiritsivät mahdollisimman vähän osaston päivittäistä toimintaa. Opinnäytetyöntekijät suorittivat ensimmäisen vaiheen eli testikuvien kuvauksen apulaisosastonhoitajan ohjeistuksella 15.8.2009. Testikuvia varten tehtiin lähete tietojärjestelmään ja monitorilta valittiin kuutamoprojektion kuvausohjelma. Kuvakonsolille lisättiin valmiiksi useampi kuva. Kallopyötä asetettiin oikeaan asentoon, putki 90°:en ja kuvauslevyteline 110°:en. Röntgenputkeen laitettiin halkaisijaltaan 2,7cm:n aukkolevy, jonka avulla rajattiin sädekeila. ”Potilas” eli testifantomikanisteri asetettiin pöydän päälle. Fantomia kallistettiin palikan avulla kuvaustelineettä vasten siten, että levyn ja fantomin väliin jäi mahdollisimman vähän tyhjää tilaa. Kuvauskenttä keskitettiin fantomiin piirrettyyn keskikohtaan.

Fantomin alla oleva pöytä todettiin liian korkeaksi ja sen jalat ottivat kiinni kallopyötä, joten pöydän tilalle vaihdettiin jakkara. Jakkaran päälle laitettiin lisäksi ohut lyijylevy, joka pitäisi fantomin paremmin paikallaan. Fantomi asetettiin jakkaran päälle ja fantomin kuvaustelineen puoleisen reunan alle laitettiin hiekkapussi, joka sopi hyvin fantomin kallistukseen. Keskitys tehtiin uudelleen ja kuvalevy asetettiin paikalleen telineeseen. Tämän jälkeen suoritettiin ensimmäinen kuvaus. Pinta-annoksien laskemista varten mitattiin fokus-ihoetäisyys (67 cm), fokus-filmietäisyys (90 cm) ja säteilykeilan pinta-ala monitorin näytöltä (268,8 cm²). Pinta-annokset laskettiin laskukaavalla pinta-ala-annoksesta. (LIITE 3.)

Kuvassa eivät kuitenkaan näkyneet kaikki tarvittavat merkit fantomin pinnalta, joten keskitystä täytyi muuttaa hieman ylemmäs. Siten kuvassa näkyivät erilaiset metallinpaalat. DAP-mittari kiinnitettiin röntgenputkeen huolellisesti teipillä ja varmistettiin, että se oli suorassa. Kuvaus aloitettiin käytössä olevilla 75 kV:n ja 16 mAs:n kuvausarvoilla. Kuvausarvot suunniteltiin muuttumaan siten, että kilovoltia (kV) nostettiin kahdella ja milliampeeria sekunnissa (mAs) laskettiin kahdella. Kilovoltti nousi kuitenkin vain 90 kV:hen asti, joten kuvausparit arvioitiin uudelleen. Ensimmäiseksi arvopariksi valittiin 73 kV ja 18 mAs. Siten kilovoltit saatiin riittämään. Testikuvia kuvattiin 10 kpl ja kuviin merkattiin kuvan numero, kuvausarvot ja mittarista saatu DAP-arvo. DAP-mittari tuli nollata kuvauksien välissä (Säteilyturvakeskus 2004, 26). Saadut DAP-mittarin lukemat ja valitut arvoparit kirjattiin tiedonkeruulomakkeelle. (LIITE 4) Kuvakonsolilla kuvista poistettiin reunat, jotta kaikki kuvat näkyisivät samanlaisessa muodossa. Kuvat tallennettiin omaksi tiedostokseen ja lähetettiin PACS:iin sekä poltettiin cd:lle.

Kehittämistyön toinen vaihe eli testikuvien arviointi toteutettiin 20.8.2009. Ajankohta oli sovittu edellisellä käynnillä. Kuvien arviointiin osallistuivat radiologi sekä opinnäytetyön tekijät. Uusilla arvoilla otettuja kuvia verrattiin alkuperäisillä arvoilla otettuun kuvaan ja katsottiin tapahtuiko kuvissa huomattavaa muutosta. 10 kuvan joukosta valittiin ensimmäiseksi vertailukohteeksi kuva kaksi, jossa siis olivat alkuperäiset arvot 75 kV ja 16 mAs (DAP-arvo 268 mGy) ja kuva neljä, jonka arvoja oli muutettu siten, että kV:ta oli nostettu ja mAs:ia laskettu, jolloin uusiksi arvoiksi saatiin 79 kV ja mAs 12 (DAP-arvo 241 mGy). Kaikki 10 kuvaa käytiin läpi vertaamalla niitä toisiinsa ja kuvaan kaksi.

Kehittämistyön kolmannen vaiheen aikana Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosaston henkilökunta toteutti 20 kuutamo-projektion kuvaamisen siten, että 10 potilasta kuvattiin alkuperäisillä arvoilla ja toiset 10 potilasta kuvattiin uusilla arvoilla. Tarvittavat kuutamo-projektiot olivat kuvattuina 4.9.2009. Apulaisosastonhoitajan kanssa sovittiin uusien kuvien arvioinnin ajankohdaksi 11.9.2009. Menetelmätyöpajoissa 3.9.2009 ja 6.9.2009 selvitettiin työn menetelmällisiä lähtökohtia eli sitä, kuinka saatua aineistoa käsitellään ja kuinka tulokset ilmaistaan lopullisessa raportissa. Aineistoa tuli siten olla jo jonkin verran kerättynä menetelmätyöpajoja varten.

Kehittämistyön neljännessä vaiheessa eli 20:n kuutamo-projektion kuvien arviointivaiheessa olivat mukana opinnäytetyöntekijät ja radiologi. Ensin pohdittiin kuvien arvioin-

titapaa ja päädyttiin vertailemaan alkuperäisillä arvoilla ja uusilla arvoilla otettuja kuvia pareittain. Parit valittiin suunnilleen samasta ikäluokasta. Kuvia tarkasteltaisiin vierekkäisillä työasemien näytöillä, jolloin mahdolliset kuvan laadulliset erot olisi helppo havaita. Tämä ajatus osoittautui kuitenkin hankalaksi toteuttaa, koska eri potilaiden kuvia ei voi katsella tarkoituksella yhtä aikaa työasemalta, siitä syystä, etteivät eri potilaiden kuvat/ diagnoosit menisi sekaisin (Hovi 11.9.2009). Radiologi Hovin mukaan potilaiden kuvia ei voi arvioida keskenään rakenteellisten erojen sekä eri tutkimusindikaation takia. Iällä ei myöskään ole merkitystä kuvan laadullisiin kriteereihin (Hovi 11.9.2009). Tämän vuoksi päädyttiin toiseen tarkastelutapaan, jossa opinnäytetyöntekijät valitsivat satunnaisesti alkuperäisillä tai uusilla arvoilla otetun kuvan ja radiologi pisteytti kuvat yhdestä viiteen tietämättä, mikä kuva on alkuperäisillä ja mikä uusilla arvoilla otettu. Pisteytys tapahtui optimointitaulukkoa apuna käyttäen. (TAULUKKO 1.) Kuvien tarkastelu tapahtui PACS:issa, jonne kuvat oli tallennettu.

5.4 Projektin tulokset ja johtopäätökset sekä jatkotutkimusaihe

Fantomin avulla kuvatuissa kuvissa näkyi erilaisia metallipaloja, joiden avulla kuvaa voitiin arvioida. Yksi pala oli ristikon mallinen ja siitä erottui lanka, jonka avulla oli helppo arvioida, meneekö kuva suttuiseksi, jolloin voidaan päätellä, että kuvan kohina lisääntyy. Tämä on oikealle, diagnostiselle kuvalle ongelma, koska silloin pienet murmut saattavat jäädä helposti huomaamatta. Erot perättäisillä arvopareilla otettujen kuvien välillä olivat niin pieniä, että arviointi oli hankalaa. Ääripäiden eli kuvan yksi ja 10 erot oli helposti nähtävissä. Muutos näkyi selvänä kuvan kohinan lisääntymisenä; kuvan resoluutio pysyi kuitenkin ihan hyväksyttävänä. Kuvien arvioinnin jälkeen todettiin, ettei kuvan kaksi ja kuvan neljä välillä tule diagnostista ongelmaa. DAP-arvo oli pienempi kuvassa neljä kuin kuvassa kaksi, jolloin päästään siihen tavoitteeseen, että fantomin saama säteilyannos pienenee. Kuva viisi, jonka arvot olivat 82 kV ja mAs 10, oli laadultaan sellainen, ettei se enää ollut diagnostisesti hyväksyttävä. (Hovi 11.9.2009.)

Kaikki röntgenosaston henkilökunnan ottamat 20:n kuutamo-projektion kuvat täyttävät hyvän kuvan kriteerit, ja radiologin pisteytyksessä myös yhden pisteen saanut kuva on diagnostisesti hyväksyttävä. Viiden pisteen saanut kuva on laadultaan diagnostisesti optimaalisin. Kuvassa on kontrastia, terävyyttä sekä kohinaa sopivissa määrin, ja yksi-

tyiskohdat ovat siten havaittavissa selkeästi. Kuvauskohteen reunat erottuvat selkeästi toisistaan, ja sen tummuusvaihtelut näkyvät hyvin. Alkuperäisillä arvoilla otettujen kuvien pisteytyksessä hajontaa tuli yhden ja viiden välillä enemmän, kun taas uusilla arvoilla otetut kuvat radiologi pisteytti lähemmäs neljää ja viittä. (Hovi 11.9.2009.) Poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektioille ei ole Säteilyturvakeskuksen laatimia vertailutasoja (Säteilyturvakeskus 2009), mikä vaikeutti hieman tulosten tulkintaa ja työn lopullista analyysia.

Kehittämistyön jälkeen radiologi ja apulaisosastonhoitaja keskustelivat saatujen arvojen mahdollisesta käyttöön otosta röntgenosastolla. Keskustelun tuloksena henkilökunta päätti ottaa uudet arvot käyttöön 12.10.2009 ja ne tallennettiin säätöpöydän oletusarvoiksi.

Kehittämistyön ensimmäisenä käytännönongelmana oli selvittää, miten kuvausjännitteen ja sähkömäärän muuttaminen vaikuttavat kuvanlaatuun. Opinnäytetyön toimeksiantaja ohjeisti ennen kehittämistyön aloittamista, että kuvausjännitettä halutaan nostaa ja sähkömäärää laskea. Kuvausjännitteen nostaminen parantaa kuvanlaatua. Erotuskyky paranee, jolloin pienet yksityiskohdat näkyvät tarkemmin. Kohina vähenee eli esimerkiksi pienet luiset rakenteet erottuvat tarkemmin kuvasta. Kuvan tummuusvaihtelut ovat selkeitä, eikä kuva ole tasaisen harmaa. Kuvausjännitteen nostaminen kuitenkin vähentää kontrastia, millä on negatiivinen vaikutus kuvan laatuun. Sähkömäärän laskeminen huonontaa kuvanlaatua, mutta vähentää potilaan saamaa säteilyannosta. (Husso 2009; Tapiovaara ym. 2004, 82-93; Hovi 11.9.2009.)

Toisena käytännönongelmana oli selvittää minkä, suuruisia pinta-annoksia saadaan fantomia kuvatessa poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa Varhauksen kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla alkuperäisillä arvoilla ja kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla. Pinta-annos alkuperäisestä pinta-ala-annoksesta laskettuna oli 0,85 mGy ja kehittämistyöstä saadusta pinta-ala-annoksesta laskettuna 0,76 mGy. (TAULUKKO 2.) Johtopäätöksenä oli, että kehittämistyöstä saatu pinta-annos oli pienempi kuin alkuperäinen pinta-annos. Kuvattaessa kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla potilaita heidän tutkimuksessa saamansa paikallinen säteilyaltistus iholla säteilykeilan keskipisteessä on siten pienempi. Pinta-annoksen selvittäminen mahdollistaa annostason vertailun eri tutkimuspaikoissa otettujen röntgenkuvien välillä (Tapiovaara ym. 2004, 122).

Kolmantena käytännönongelmana oli selvittää, minkä suuruisia pinta-ala-annoksia saadaan fantomia kuvatessa poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamoprojektiossa Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosastolla alkuperäisillä arvoilla ja kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla. Pinta-ala-annos alkuperäisillä arvoilla oli $268 \text{ mGy}^*/\text{cm}^2$ ja kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla $241 \text{ mGy}^*/\text{cm}^2$. (TAULUKKO 2.) Johtopäätöksenä oli, että kehittämistyöstä saatu pinta-ala-annos oli pienempi kuin alkuperäinen pinta-ala-annos. Kuvattaessa kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla, potilaiden tutkimuksessa saama säteilyaltistus (säteilykeilan pinta-ala) on siten pienempi ja säteilyn stokastisten haittavaikutusten riskit matalammat (Tapiovaara ym. 2004, 123).

TAULUKKO 2. DAP:n ja ESD:n tulokset

| Kuutamo-projektio | DAP mGy^*/cm^2 . | ESD mGy | Säteilykeilan pinta-ala cm^2 |
|-------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------------|
| 75 kV / 16 mAs | 268 | 0,85 | 268,8 |
| 79 kV / mAs 12 | 241 | 0,76 | 268,8 |

Neljäntenä käytännönongelmana oli tarkastella, miten kehittämistyöstä saadut pinta-ala-annokset eroavat aiemmista pinta-ala-annoksista. Kehittämistyöstä saaduilla uusilla arvoilla kuvattaessa DAP on pienempi kuin alkuperäisillä arvoilla kuvattaessa saatu DAP. Vuonna 2002 tehdyssä DAP-mittauksessa DAP oli $311 \text{ mGy}^*/\text{cm}^2$. Opinnäytetyöntekijät pohtivat, miksi arvo oli tuolloin noin paljon suurempi, vaikka kuvausarvot ja menetelmä olivat samat kuin nykyisin. Apulaisosastonhoitaja Kallinen kertoi huollon vaikuttaneen asiaan. Tällöin mittaustulokset eivät ole keskenään vertailtavissa.

Opinnäytetyö vastasi Varkauden kaupungin sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosaston kehittämistyön toimeksiantoa ja asetettuja tavoitteita. Lisäksi sen avulla parannettiin radiografiatyön laatua. Johtopäätöksenä on, että kehittämistyöstä saaduilla arvoilla (79 kV ja mAs 12) päästään diagnostisesti parempaan lopputulokseen ja potilaan saama pinta-ala-annos pienenee. Näin ollen oli järkevää, että röntgenosasto otti kehittämistyöstä saadut uudet arvot kuvauskäyttöön.

Jatkotutkimusaiheena voisi olla kehittämistyöstä saatujen kuvausarvojen soveltuvuuden tutkiminen mahdolliseen uuteen kuvauslaitteeseen ja siitä saatavien potilaan säteilyannoksien tarkastelu. Tämän asian tutkimiseen ei opinnäytetyön tekijöiden aika ja resurssit riittäneet.

6 POHDINTA

6.1 Mittausten luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyöntekijät olivat perehtyneet aiheeseen ajankohtaisen kirjallisuuden avulla ja perusta kehittämistyöhön oli saatu natiiviröntgentutkimuksen opinnoista ja käytännön harjoittelusta, mikä lisää toteutuksen sujuvuutta ja tulosten tarkkuutta. Lähteinä on käytetty pääosin 2000-luvun suomalaista kirjallisuutta. Opinnäytetyön luotettavuutta parantaa, että työssä on käytetty paljon Säteilyturvakeskuksen www-sivuja ja julkaisuja, sillä kyseiset Internet-sivut sisältävät uusinta tietoa säteilyyn liittyvistä asioista. Tutkimuksia aiheesta on tehty varsin vähän, joten kansainvälisiä artikkeleja ja tutkimustietoa aiheesta oli vaikea löytää. Tällöin työn lähdemateriaali on suppeampi, mikä heikentää luotettavuutta. Luotettavuutta alentaa myös oppikirjojen käyttö, mikä oli kuitenkin välttämätöntä artikkeleiden ja tutkimusten puutteen vuoksi. Mittauksen luotettavuutta heikentää vain yhden radiologin mielipide kuvan laadusta ja sen käyttökelpoisuudesta oikeissa kuutamoprojektiossa. Lisäksi kuvien määrä tulisi olla suurempi.

Mittaustulokset (DAP ja ESD) pysyivät vakiona, koska kuvauskohde eli fantomi ei muuttunut kuvausten välillä. DAP-mittarin paikkaa tai asentoa ei muutettu mittauksen aikana. Tulokset muuttuivat vain kuvausarvoja muuttamalla tai siirryttäessä käsiarvoista valotusautomaatin käyttöön (Kallinen 2009). Kuvaus tapahtui käsiarvoilla, koska Lysholmin kallopyödyssä ei ollut valotusautomaattia. Opinnäytetyöntekijät eivät voi olla varmoja, ovatko mittaustulokset (kV ja mAs) sovellettavissa mahdolliseen uuteen laitteeseen, koska erilaiset laiteominaisuudet voivat vaikuttaa mittaustuloksiin. DAP-mittarista saatiin luotettava tulos pinta-ala-annoksesta, jonka avulla pystyttiin laskemaan pinta-annos. Pinta-annoksen laskemista varten täytyi olla oikea kaava, jotta tulos oli luotettava.

Opinnäytetyöntekijät eivät olleet itse paikalla potilaiden kuvauksissa, joten muu henkilökunta tuli ohjeistaa toteuttamaan kuvaukset. Apulaisosastonhoitajalle annettiin suullisesti selkeät ohjeet kuvauksien toteutukseen. Tämän osion onnistuminen oli siten Varhaisen sairaalan röntgenosaston röntgenhoitajien vastuulla. Opinnäytetyöntekijät luottivat näiden tulosten oikeellisuuteen ja tekivät johtopäätöksiä näiden perusteella. Yhteis-

työtahojen avulla kehittämistyö oli helpompi toteuttaa, koska röntgenosastolla ei ollut kaikkia tarvittavia välineitä siihen, kuten DAP-mittaria.

Kehittämistyölle ja DAP-mittarille oli hankittu asianmukaiset luvat ja toiminta oli siten hyväksyttävää. Eettisen lautakunnan hyväksyntää kehittämistyölle ei tarvittu, koska testikuvat kuvattiin fantomin avulla, eikä oikeilla potilailla. Potilaskuvauksissa käytettiin hyväksytyjä kuvausarvoja ja kuvaukset olivat röntgenosaston normaalia toimintaa.

6.2 Opinnäytetyöprosessin arviointi

Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikuttivat Varkauden sairaalan röntgenosaston selkeä toimeksianto, tarve kehittämistehtävän toteuttamiselle ja yhteistyökumppanit sekä oma mielenkiinto aiheeseen. Aihe oli haasteellinen ja sisälsi toiminnallisen osion. Aiheen valinnan jälkeen alkoi suunnitteluosio, jolloin käytiin läpi kirjallisuutta aiheesta sekä perehdyttiin taustaan ja teoriaan. Teoreettisen aineiston pohjalta koottiin työhön teoreettinen viitekehys, joka toimi pohjana koko opinnäytetyölle. Haastavinta työssä oli viitekehysten jäsentely ja sen muodostaminen toimivaksi osioksi. Teoreettisen aineiston kokoaminen oikeaa näkökulmaa varten oli myös välillä hieman työlästä. Teoriaosuuden yhdistäminen tutkimusmenetelmään ja tuloksiin koettiin haastavaksi. Tulosten keruu- ja analysointivaiheessa tukena oli Savonia-ammattikorkeakoulun, Terveysalan Kuopion yksikön tarjoama menetelmätyöpaja, joka ohjasi tulosten oikeanlaiseen tarkasteluun.

Opinnäytetyöprosessi toteutettiin parityöskentelynä. Parityöskentely edellyttää tutustumista ja jatkuvaa kommunikointia, jotta voidaan löytää keskeiset ja toimivat työskentelytavat (Sosiaalityön ammatillisen lisensiaatinkoulutuksen arviointikäytännöt 2009). Parityöskentely oli vastavuoroista, kannustavaa, mielekästä ja opettavaista. Työhön saatiin molempien osapuolten näkökulma aiheesta, mistä rakennettiin yhtenäinen kokonaisuus. Yhteinen työ vaatii suunnitelmallisuutta ja aikaa (Sosiaalityön ammatillisen lisensiaatinkoulutuksen arviointikäytännöt 2009). Aikataulussa pysyminen ja yhteisen ajan löytäminen tuotti vaikeuksia ja eniten työntekoa haittasi työntekijöiden eri paikkakunnilla asuminen. Sovitulla työntekohetkellä prosessi kuitenkin eteni ja pääsimme senhetkisiin tavoitteisiimme. Parityöskentely koettiin toimivana työskentelymenetelmänä kummallekin osapuolelle.

Työyhteisöjen kehittäminen ja tutkiminen yhteistyössä työelämäedustajien, opettajien ja opiskelijoiden kesken luo mahdollisuuksia kaikkien osapuolien oppimiselle ja ammatilliselle kasvulle sekä myös oman ammattialan kehittymiselle (Mannila 2006). Opinnäytetyöprosessin aikana yhteistyö työn tilaajan, Varkauden sairaalan röntgenosaston kanssa sujui hyvin. Opinnäytetyötä varten muodostetun ohjausryhmän työskentely oli sujuvaa ja vastavuoroista. Apulaisosastonhoitaja oli tukena opinnäytetyöprosessin aikana ja ohjasi tarvittaessa etenemistä. Sähköpostiviestit veivät työtä eteenpäin ja yhteistyötahon kanssa pystyttiin keskustelemaan työn tarkoituksesta ja toteutuksesta. Yhteistyötahon ja opinnäytetyöntekijöiden näkemys opinnäytetyöstä ja sen toteutuksesta kohtasivat. Käynnit Varkauden sairaalan röntgenosastolla olivat etukäteen suunniteltuja, joten kehittämistyön toteutus paikan päällä oli sujuvaa ja tehokasta. Käynneillä yhteistyötahon ja opinnäytetyöntekijöiden välinen vuorovaikutus oli selkeää ja vastavuoroista. Jokaisella käynnillä opinnäytetyössä päästiin eteenpäin ja saatiin tukea jatkoa varten. Projektimenetelmä toteutustapana kehittämistyölle koettiin hyväksi ja käynnit miellyttäviksi ja onnistuneiksi. Tiedonkeruulomake pinta-ala-annoksen ja kehittämistyöstä saatujen kuvausarvoparien ilmaisemiseen oli toimiva. Opinnäytetyön budjetti ylittyi matkakustannusten vuoksi.

Ohjaavan opettajan ohjaustilanteet tukivat opinnäytetyöprosessia ja ohjaus koettiin erityisen tärkeäksi opinnäytetyön ongelmatilanteissa. Ulkopuolisen palaute työstä oli tarpeen silloin, kun opinnäytetyöntekijät eivät päässeet työssä eteenpäin. Opinnäytetyöprosessin aikana koettiin ahdistusta ja turhautuneisuutta, mutta onneksi myös onnistumisen iloa.

6.3 Ammatillinen kehittyminen ja oma oppiminen

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ammatillista osaamista. Opinnäytetyöntekijät pohtivat ammatillista kehittymistään röntgenhoitajan osaamisalueiden mukaisesti. Ammattikorkeakoulusta valmistuva röntgenhoitaja saa valmiudet ammattiin, joka koostuu radiografiatyön perustasta ja menetelmistä, säteilyturvallisuudesta sekä tutkimuksesta, kehittämisestä ja johtamisesta (Savonia-ammattikorkeakoulu 2006). Röntgenhoitaja on asiantuntija näillä osa-alueilla. Asiantuntijuus on sisäisten mallien jatkuvaa kehittymistä, uudistumista ja arvioimista. Perusasiantuntijuus on vanhojen mallien soveltamista uusissa tilanteissa. Kehittyvä ja luova asiantuntijuus on entisten mallien muokkausta ja

uusien mallien kehittämistä. Opinnäytetyöntekijät saavat valmistuessaan perusasiantuntisuuden. Asiantuntijuus ja identiteetti kehittyvät käytäntöyhteisöissä. Käytäntöyhteisö koostuu ryhmästä, jossa keskenään vuorovaikutuksessa olevia ihmisiä yhdistää jokin hanke tai projekti, josta osanottajat vastavuoroisesti ottavat vastuuta. (Lonka 2009.) Röntgenhoitaja työskentelee tällaisessa käytäntöyhteisössä, jossa vastuu kannetaan työtehtävistä ja potilaista osana tiimityöskentelyä.

Opinnäytetyöntekijöiden oman ammattialan perustan hallinta syventyi ja kehittämistyö kehitti heidän ammattitaitoaan ja oppimistaan. Opinnäytetyöprosessin aikana perehdyttiin etenkin natiiviröntgentutkimuksen menetelmään ja säteilyturvallisuuteen. Opinnäytetyöntekijät syvensivät tietouttaan säteilyturvallisuuden merkityksestä optimoinnin keinoin. Säteilyturvallisuus on osa röntgenhoitajan ammattia ja tämän opinnäytetyön avulla sen tekijöiden valmius toteuttaa käytännössä säteilyturvallisuutta syventyi monipuolisen teorian tietoon perehtymisen vuoksi. Opinnäytetyöprosessin aikana heidän laadunhallintatietämyksensä kasvoi ja he oppivat toteuttamaan työelämän tarkoituksia vastaavia tutkimis- ja kehittämistehtäviä. Kehittämistyö antoi mahdollisuuden tutkia kuvausarvojen vaikutusta säteilyannoksiin. Röntgenhoitaja tarvitsee työssään moniammatillista osaamista ja tiimityöskentelytaitoja (Savonia-ammattikorkeakoulu 2006), mikä tuli hyvin esille opinnäytetyöprosessin aikana kehittämistyötä toteutettaessa.

Opinnäytetyöprosessin aikana opinnäytetyöntekijöiden yhteistyötaidot ja ongelmatilanteidenratkaisukyky paranivat. Suullinen ja kirjallinen itsensä ilmaisu sekä monipuoliset viestintätaidot kehittyivät. Myös tekstinkäsittelytaidot ja tietoteknillinen osaaminen kehittyivät. Oman tiedon ja ymmärryksen rajojen tiedostaminen sekä suhteellisuudentaju ja epävarmuuden sieto kehittyivät (Lonka 2009). Näiden osa-alueiden kanssa painiskelu tuotti opinnäytetyöntekijöille ajoittain etenemisvaikeuksia. Prosessin aikana opittujen asioiden lisäksi oma oivaltaminen ja asioiden monipuolinen pohdinta valmensivat opinnäytetyöntekijöitä tulevaan työelämään.

LÄHTEET

Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.5.2009. <http://www.joensuu.fi/fld/afinla2003/abstracts.pdf>

Bly, R. 2009. Vertailutasot Suomessa. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa 26.3.2009, Silja Serenade. Viitattu 14.10.2009.

http://www.stuk.fi/proinfo/koulutus/fi_FI/RD2009/_files/81120976376430705/default/BlyRitva-RD2009.pdf

Harju, O. 2002. Ohjelma röntgentutkimuksen aiheuttaman pinta-annoksen laskentaan. Alara 3, 8.

Havukainen, R. & Korpela, H. 2001. Vertailutasoilla säteilysuojelun optimointiin. Alara 3, 15.

Havukainen, R. & Servomaa, A. 2001. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-A184. Helsinki: Oy Edita Ab, 19-23.

Hovi, L. 2009. Radiologi. Varkaus. Keskustelu.

Husso, M. 2009. Kuvanlaatuun vaikuttavat tekijät digitaalisessa natiivikuvauksessa. Savonia ammattikorkeakoulu. Kuopion yliopistollinen sairaala. 12.5.2009.

Iivanainen, A., Jauhiainen, M. & Pikkarainen, P. 2001. Hoitamisen taito. Hoitotyön peruspilarit. Helsinki: Otava.

Ilkko, E., Raappana, A., Kristo, A., Niinimäki, J. & Pirila, T. 2007. Nenän sivuonte-
loiden kuvantaminen. Viitattu 14.10.2009.

http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/arkisto?p_p_id=dlehtihaku_view_article_WAR_dlehtihaku&p_p_action=1&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&dlehtihaku_vie

Jauhiainen, J. 2003. Röntgenkuvaus, digitaalinen kuvaus ja tietokonetomografia. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Viitattu 14.5.2009.

<http://www.tekniikka.oamk.fi/~jjauhiainen/opetus/mittalaitteet/mittalaitteet-v11.pdf>

Jurvelin, J. S. 2005. Radiologiset kuvantamismenetelmät. Teoksessa S. Soimakallio, L. Kivisaari, H. Manninen, E. Svedström & O. Tervonen (toim.) Radiologia. Porvoo: WSOY, 11-76.

Järvinen, H. 2002. Säteilyannoksen määrittäminen on asetuksella säädetty. Alara 3, 8.

Järvinen, H. 2005. Säteilysuojelu. Teoksessa S. Soimakallio, L. Kivisaari, H. Manninen, E. Svedström & O. Tervonen (toim.) Radiologia. Porvoo: WSOY, 77-92.

Kallinen, E. 2009. Apulaisosastonhoitaja. Varkaus. Keskustelu.

Karvinen, T. & Ripatti, H. 2004. Potilaiden pinta-annosten määrittäminen keuhkojen natiiviröntgentutkimuksessa Pieksämäen sairaalan röntgenosastolla. Savonia-ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala Kuopio. Opinnäytetyö.

Kaukua, J. & Mustajoki, P. 2008a. Lähete kuvaukseen. Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 9.7.2008. Viitattu 16.5.2009.

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk04041

Kaukua, J. & Mustajoki, P. 2008b. Nenän sivuonteloiden kuvaukset. Kustannus Oy Duodecim. Päivitetty 9.7.2008. Viitattu 14.10.2009.

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_teos=snk&p_artikkeli=snk04140

Kettunen, A. 2004. Radiation dose and radiation risk to foetuses and newborns during x-ray examinations. STUK-A204. Vantaa: Dark Oy.

Kettunen, S. 2003. Onnistu projektissa. Juva: WSOY.

Kiljunen, T. 2005. Röntgentutkimusten vertailutasot. Radiografia 1, 12-13.

Komppa, T. 2004. Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen röntgentutkimuksissa. Teoksessa H. Järvinen (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-C3. Helsinki: Säteilyturvakeskus. Viitattu 24.9.2008.

<http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c3.pdf>.

Korhonen, S., Pirinen, R., Rautjärvi, R., Räsänen, A., Turunen, P. & Väisänen, R. 2000. Hyvinvoinnin palapeli. Helsinki: Hakapaino Oy.

Kuopion yliopistollinen sairaala. 2007a. Röntgenarkisto eli PACS. Päivitetty 13.11.2007. Viitattu 14.5.2009.

<http://www.psshp.fi/index.asp?link=1830.1986&language=1>

Kuopion yliopistollinen sairaala. 2007b. Säteilyturvallisuus. Päivitetty 13.11.2008.

Viitattu 25.9.2008. <http://www.psshp.fi/index.asp?tz=-3&link=1831>

Kuopion yliopistollinen sairaala. 2007c. Työohje DM1AA. Nenän sivuontelot. Kliininen radiologian osasto.

Laki säteilylain muuttamisesta. 23.12.1998. Säteilyn lääketieteellinen käyttö 1142/1998. Finlex-säädöstietopankki. Viitattu 5.2.2009.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1998/19981142>

Lapin liitto. 2009. Mikä on hankesuunnitelma? Viitattu 17.5.2009.

<http://www.sunlappi.fi/16>

Lonka, K. 2009. Ammatillinen kehitys ja uutta luova oppiminen. Kasvatuspsykologian tutkimuskeskus, SOKLA, Helsingin yliopisto.

http://www.helsinki.fi/sokla/kenttakouluverkosto/lonka_opetusharjoittelu08.pdf

Mannila, V. 2005. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-C4. Vantaa: Dark Oy. Viitattu 28.5.2009. <http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c4.pdf>

Mannila, M. 2006. Hanketoiminta ammattikorkeakoulun ja kuvantamisyksikön yhdessä oppimisen näkökulmasta. Teoksessa E. Grönroos (toim.) Työn organisointi ja palveluiden laatu röntgenosastoilla. Helsinki, 18-20.

Miettinen, A. 2003. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-C2.

Vantaa: Dark Oy. Viitattu 26.5.2009. <http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c2.pdf>

Möller, B. & Reif, E. 1997. Pocket Atlas of Radiographic Positioning. Paranasal Sinuses: Occipitomental Projection. New York: Georg Thieme Verlag.

Nieminen, P. 2006a. Hoitotyöstä. Teoksessa N. J. Kristoffersen, F. Nortvedt & E-A. Skaug (toim.) Hoitotyön perusteet. Tanska: Edita Publishing Oy, 15-29, 30-50.

Nieminen, P. 2006b. Terveys ja sairaus. Teoksessa N. J. Kristoffersen, F. Nortvedt & E-A. Skaug (toim.) Hoitotyön perusteet. Tanska: Edita Publishing Oy, 30-50.

Paile, W. 2005. Säteilyn biologiset vaikutukset. Teoksessa S. Soimakallio, L. Kivisaari, H. Manninen, E. Svedström & O. Tervonen (toim.) Radiologia. Porvoo: WSOY, 77-82.

Pöyry, P. 2004. Annoksen ja pinta-alan tulon (DAP) mittaaminen röntgendiagnostiikassa ja DAP-mittareiden kalibrointi. Pro gradu-tutkielma. Viitattu 4.5. 2009.

http://209.85.129.132/search?q=cache:3H9W7Jcws9MJ:ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/fysik/pg/poyry/annoksen.pdf+DAP&cd=6&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&lr=lang_fi

Rantanen, E. 2000. Säteilyn ja Radioaktiivisuuden suureet ja yksiköt sekä annoksen mittaaminen. Duodecim. Viitattu 14.5.2009.

<http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo91422.pdf>

Savonia-ammattikorkeakoulu. 2006. Opetussuunnitelma. Radiografian ja sädehoidon koulutusohjelma.

Silfverberg, P. 2001. Ideasta projektiksi. Projektisuunnittelun käsikirja. 5. painos. Helsinki: Oy Edita Ab, Hallinnon kehittämiskeskus.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2007a. Kiireettömän hoidon perusteet. Poskiontelokuvaus. Viitattu 19.4.2009.

http://www.terveysportti.fi/terveysportti/ekirjat.Naytaartikkeli?p_artikkeli=hpt00211

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2007b. Säteilysuojelu. Päivitetty 26.2.2009. Viitattu 15.5.2009. <http://www.stm.fi/hyvinvointi/ymparistoterveys/sateily>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 423/2000. Viitattu 19.4.2009 <http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/20000423>

Sosiaalityön ammatillisen lisensiaatin koulutuksen arviointikäytännöt 2009. Parityöskentely. Viitattu 14.10.2009.

<http://www.uta.fi/laitokset/sospol/sosnet/arvio/moniop.htm>

Sorppanen, S. 2006. Käsitemallityt tutkimus kliinisen radiografiatieteen tutkimuskohdetta määrittävistä käsitteistä ja käsitteiden välisistä yhteyksistä. Käsitteet hoitotyö, ympäristö, terveys ja ihminen hoitotieteessä. Oulun yliopisto.

ST-ohje 1.7. 17.2.2003. Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. Säteilyturvakeskus. Viitattu 15.4.2009. <http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST1-7>

ST-ohje 3.3. 20.3.2006. Röntgentutkimukset terveydenhuollossa. Viitattu 4.5.2009.

<http://www.edilex.fi/stuklex/fi/lainsaadanto/saannosto/ST3-3>

Suomen Otolaryngologiyhdistys. 2006. Hyvän NSO-kuvan kriteerit. Päivitetty

13.6.2006. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 14.10.2009.

http://www.terveysportti.fi/pls/kh/kh_julkaisu.NaytaArtikkeli?p_artikkeli=nix00587

Suomen Röntgenhoitajaliitto. 2006. Henkilökunnan ja potilaan säteilysuojelu lääketieteellisessä säteilyn käytössä. Säteilyn lääketieteellinen käyttö. Tampere: Hämeen Offset-tiimi Ky,

Säteilylaki 27.3.1991/592. Määritelmiä 8§. Säteily. Viitattu 10.11.2008.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>

Säteilysuojelun perussuositukset. 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta

ICRP-103. Päivitetty 18.8.2008. Viitattu 14.10.2009.

http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/2008/fi_FI/news_513/_files/80696295703642947/default/sateilysuojelun_perussuositukset_2007_icrp103_suom_lyhennelma.pdf

Säteilyturvakeskus. 1.1.2009. Tavanomaisten röntgentutkimusten vertailutasot aikuisille. Viitattu 14.10.2009.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/fi_FI/esitteet/_files/12222632510021109/default/vertailutasot_020109.pdf

Säteilyturvakeskus. 28.11.2008a. Ionisoiva säteily. Viitattu 3.5.2009.

http://www.stuk.fi/sateilytietoa/mitaonsateily/fi_FI/ionisoiva/

Säteilyturvakeskus. 23.9.2008b. Säteilysuojelun periaatteet. Viitattu 27.4. 2009.

http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/fi_FI/suojelu/

Säteilyturvakeskus. 2008c. STUK:in Tutkimusjulkaisut. Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos. Viitattu 1.10.2008. [http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-](http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a211.html)

[a211.html](http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/stuk-a211.html)

Säteilyturvakeskus. 2008d. Terveydenhuollon röntgenlaitteiden valvontaopas. STUK tiedottaa 2/2008. Helsinki: Edita Prima Oy.

Säteilyturvakeskus. 27.11.2008e. Näin toimii STUK-Laatupolitiikka. Viitattu 15.5.2009. http://www.stuk.fi/stuk/fi_FI/laatupolitiikka/

Säteilyturvakeskus. 2.7.2008f. Sanasto (A-E). Viitattu 17.5.2009. http://www.stuk.fi/sateilytietoa/sanasto/fi_FI/sanasto1/

Säteilyturvakeskus. 2005. Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa. Viitattu 24.9.2008. <http://www.stuk.fi/saannosto/ST12-4.html>

Säteilyturvakeskus. 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedottaa 1/2004. Helsinki: Edita Prima Oy.

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen, A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Teoksessa O. Pukkila (toim.) Säteilyn käyttö. Säteilyturvakeskuksen kirjasarja 3/7. Helsinki: Säteilyturvakeskus, 13-171.

Toivonen, M., Miettinen, A., & Servomaa, A. 2000. Potilasannoksen: annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen ja pinta-annoksen laskenta. STUK-A174. Viitattu 19.5.2009. http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-a/a174_6.pdf

Travis, E. 1997. Radiation Protection. Introduction to Radiation Protection. Radiation and the Technologist. Philadelphia/ New York: Lippincott.

Valtonen, M. 2000. Radiografian asiantuntijuus – Röntgenhoitajan työ ja siinä tarvittava osaaminen. Kuvantamistyö terveydenhuollossa. Oulun yliopisto.

Varkauden kaupunki. 2009a. Sosiaali- ja terveystoimen palvelut. Viitattu 3.5.2009. http://www.varkaus.fi/palvelut/sosiaali-ja_terveyspalvelut/

Varkauden kaupunki. 2009b. Varkauden sosiaali- ja terveystoimialan röntgenosasto. Viitattu 3.5.2009. http://www.varkaus.fi/palvelut/sosiaali-ja_terveyspalvelut/terveyspalvelut/rontgen/

Varkauden kaupunki. 2009c. Varkauden kaupungin organisaatio-kaavio. Päivitetty 1.1.2009.

Varkauden sairaala. 2007. Röntgenosasto. Työohje. Sinukset. Päivitetty 25.7.2007.

Virtuaali ammattikorkeakoulu. 2009 Monimuotoinen/toiminnallinen opinnäytetyö. Viitattu 3.5.2009.

<https://www.amk.fi/opintojaksot/030906/1113558655385/1154602577913/1154670359399/1154756862024.html.stx>

Wirtanen, M. 2002. Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK-C1.

Vantaa: Dark Oy. Viitattu 28.5.2009. <http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c1.pdf>

Liite 1. SWOT-analyysi hankkeen toteuttamisen riskien arvioimiseksi

| Vahvuudet | Heikkoudet |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - tarve kehittämistyölle - yhteistyötahot - tutkijoiden motivoituneisuus | <ul style="list-style-type: none"> - vain yhden radiologin mielipide kuvista - vertailutasojen puuttuminen - tutkijoiden kokemattomuus |
| Mahdollisuudet | Uhat |
| <ul style="list-style-type: none"> - kuvanlaadun paraneminen - säteilyannosten pieneneminen - tutkijoiden ammattitaidon kehittyminen | <ul style="list-style-type: none"> - poskionteloiden kuvauslaitteiston vaihtuminen - mittaustulosten hyödynnettävyys uuteen laitteistoon |

Liite 2. Tutkimuslupa



PI 1028 (Sairaalakatu 6-8) 70111 KUOPIO
 Puh. (017) 2556000, fax. (017) 2556422

TUTKIMUSLUPA-ANOMUS

Tutkimuksen tekijät (nimet, puh.numerot, osoitteet):

Nimi: Sofia Kargalainen
 Osoite: Jukolankuja 12 58430 Kulennoinen
 Puh: 0503219482

Nimi: Jenni Pakarinen
 Osoite: Siikanmäenkatu 10 C 26 70620 Kuopio
 Puh: 0503656223

Nimi: _____
 Osoite: _____
 Puh: _____

Tutkimuksen ohjaaja/ohjaajat:

Nimi: Pirjo Leppäsaari
 Puh: _____

Nimi: _____
 Puh: _____

Tutkimuksen nimi: Säteilyturvallisuus poskionteloiden
 nativiröntgentutkimuksen kuutamoprojektiossa

Tutkimuksen tarkoitus: Potilaan säteilyannosten
 ptenentäminen ja kuvan laadun kehittäminen

Aloitusaika: 30.5.2008

Lopetusaika muodossa vv/kk/pp (jos tiedossa): _____

Tutkimusongelmat / -tehtävät

1. Miten kuvausjännitteen ja sähkömäärin vaihtaminen/muuttaminen vaikuttavat kuvan laatuun fantomilla kuvattaessa?
2. Minkä suuruisia pinta-annoksia ja pinta-ala-annoksia saadaan fantomilla mitattaessa poskionteloiden nativiröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa?
3. Millaisia pinta-ala-annoksia potilaat saavat uusilla arvoilla?
4. Miten uudet pinta-ala-annokset eroavat aikaisemmista pinta-ala-annoksista?



Pl 1028 (Sairaalakatu 6-8) 70111 KUOPIO
Puh. (017) 2556000, fax. (017) 2556422

TUTKIMUSLUPA-ANOMUS

Tutkimusote ja -menetelmät:

Projektityö

Tutkimussuunnitelma liitteenä

28.5.2009 Kuopio
paikka ja päivämäärä

Sofia Kangaslainen, Yeri Lab
opinnäytetyön tekijän / edustajan allekirjoitus

PÄÄTÖS:

Tutkimuslupa myönnetty X / ei myönnetty ____ . Perustelut: _____

Tekijöitä pyydetään toimittamaan tutkimuksen valmistuttua
tiivistelmä (suomeksi / englanniksi) _____

tutkimusraportti _____

esittämään työnsä suullisesti X

Mahdollinen yhdyshenkilö
oppilaitoksessa:

Piirjo Lemmela

Piirjo Lemmela

Kuopio, 28.5.2009

Luvan myöntäjä:

H. Holopainen

15.6.2009 Hannele Holopainen
allekirjoitus/virka-asema Hallintoylilääkäri

Liite 3. ESD-laskut

Lasku 1.

Alkuperäinen DAP 268 mGy*/ cm² kuvausarvoilla 75 kV ja 16 mAs.

$$\text{ESD} = \text{DAP} / [\text{A} \times (\text{FSD}/\text{FFD})^2] \times \text{BSF}$$

$$\text{DAP} = 268$$

$$\text{A} = \pi r^2$$

$$\text{A} = 268,8$$

$$r \text{ (ympyrän säde)} = 9,25$$

$$\text{FSD} = 67$$

$$\text{A} = \pi 9,25^2$$

$$\text{FFD} = 90$$

$$\text{BSF} = 1,27$$

$$\text{ESD} = 268 / [268,8 \times (67/90)^2] \times 1,27$$

$$\text{ESD} = 0,85 \text{ mGy}$$

Lasku 2.

Kehittämistyöstä saatu DAP 241 mGy*/ cm² kuvausarvoilla 79 kV ja 12 mAs.

$$\text{DAP} = 241$$

$$\text{A} = 268,8$$

$$\text{FSD} = 67$$

$$\text{FFD} = 90$$

$$\text{BSF} = 1,27$$

$$\text{ESD} = 241 / [268,8 \times (67/90)^2] \times 1,27$$

$$\text{ESD} = 0,85 \text{ mGy}$$

Liite 4. Tietojenkeruulomake pinta-ala-annoksen määrittämiseen fantomin avulla poskionteloiden natiiviröntgentutkimuksen kuutamo-projektiossa.

| Kuutamo PA | Kuvausjännite kV | Sähkömäärä mAs | FFD (filmi- fokus- etäisyys/ Film-Focus- Distance) cm | DAP mGy*/ cm ² | Kuvausaukko Ø cm |
|---------------|---------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Kuva 1. | 73 | 18 | 90 | 292 | 2,7 |
| Kuva 2. | 75 | 16 | 90 | 268 | 2,7 |
| Kuva 3. | 77 | 14 | 90 | 256 | 2,7 |
| Kuva 4. | 79 | 12 | 90 | 241 | 2,7 |
| Kuva 5. | 81 | 10 | 90 | 194 | 2,7 |
| Kuva 6. | 83 | 8 | 90 | 163 | 2,7 |
| Kuva 7. | 85 | 6,3 | 90 | 134 | 2,7 |
| Kuva 8. | 87 | 5 | 90 | 110 | 2,7 |
| Kuva 9. | 89 | 4 | 90 | 91 | 2,7 |
| Kuva 10. | 90 | 3,2 | 90 | 73 | 2,7 |